Guide de la Réparation et Maintenance par Soudage

2e édition

ESAB®

XA00086840

Guide de Sélection et d'Applications ESAB Métaux d'Apport pour le Soudage de la Réparation et de la Maintenance

Table des Matières

	page
Préface	3
Abréviations	4
Gougeage - Coupage - Perçage	5
Températures de préchauffage et d'entre passes	6
Contrôle de la dilution	8
Passes en sous-couches ou «beurrage»	10
Le soudage	
• Fontes	14
• Aciers difficilement soudables	18
• Aciers dissemblables	22
• Aciers austénitiques au manganèse	26
Aciers à outils et aciers pour le travail à chaud	30
• Rechargement dur	34
• Types d'usures	34
• Métal de base	37
• Procédés de soudage	38
• Types de métal de rechargement dur	39
• Guide de classification des métaux d'apport pour rechargement dur selon la DIN 8555	40
• Les produits ESAB pour le rechargement dur	41
• Guide sommaire - sélection des métaux d'apport	42
Exemples d'applications représentés	45
Métaux d'apport - données des produits pour:	
• Fontes	Tableau 1 95
• Sous couches ou beurrage	Tableau 2 96
• Aciers difficilement soudables	Tableau 2 96
• Aciers dissemblables	Tableau 2 97
• Aciers austénitiques au manganèse	Tableau 3 98
• Aciers à outils et aciers pour travail à chaud	Tableau 4 100
• Rechargement dur	Tableau 5 103
• Métaux non ferreux	Tableau 6 113
Températures de préchauffage recommandées	Tableau 7 116
Tableau de comparaison des duretés	Tableau 8 117
Guide pour l'identification des métaux de base	Tableau 9 118
Index d'applications - en ordre alphabétique	120
Index des produits	123

Préface

Tous les jours, dans le monde entier, les soudeurs rencontrent les initiales 'OK' sur les métaux d'apport. Ce sont celles d'Oscar Kjellberg, le fondateur d'ESAB AB. A l'origine, Oscar Kjellberg inventa un nouveau procédé de soudage qu'il poursuivit avec l'électrode enrobée. Ce sont ces inventions qui sont à l'origine de la création d'ESAB.

Ingénieur diplômé, Oscar Kjellberg travailla plusieurs années à bord de bateaux à vapeur suédois. C'est pendant cette période, fin 1890, qu'il a était confronté à un problème pour lequel il n'y avait pas de solution. En effet, les assemblages par rivetage occasionnaient souvent des fuites. Les réparations s'effectuaient alors à l'aide de clous forgés en forme des petits coins qui étaient enfoncés dans les joints. Par allieurs, la simple soudure électrique était déjà disponible, mais Oscar Kjellberg observa que les résultats obtenus avec ce procédé ne convenaient pas, laissant souvent des fissures et porosités.

Il eut l'idée de perfectionner et de développer ce procédé avec l'appui de chantiers navals renommés. Ainsi, Oscar Kjellberg put équiper un atelier expérimental dans le port de Göteborg.

Cette nouvelle méthode retint rapidement l'intérêt des chantiers navals de Göteborg, car elle offrait, grâce à la soudure, d'énormes avantages pour la réparation des bateaux. Depuis lors, cette technique continua à se développer et à s'appliquer dans d'autres domaines industriels.

Aujourd'hui, ESAB est en mesure d'offrir des produits d'apport et procédures de soudage dans les domaines de la réparation et de la maintenance sur la plupart des métaux.

Dans ce manuel, vous trouverez les produits ESAB pour la réparation, et la maintenance ainsi que la façon de les utiliser. Ces recommandations doivent être utilisées comme un guide.

Pour d'autres informations sur ces produits veuillez consulter votre vendeur spécialisé ou le représentant de la marque.

ESAB améliorant constamment ses produits, se réserve le droit de modifier sans préavis les caractéristiques contenues dans ce catalogue. D'autre part, les opérations de soudage faisant intervenir de nombreux paramètres qui ne sont pas sous notre contrôle, le Groupe Esab ne peut être en aucun cas tenu pour responsable du résultat obtenu sauf accord écrit de notre part.

Abréviations

R_m	résistance à la traction
$R_{p\ 0,2}$	limite d'élasticité à 0,2%
A	allongement à la rupture
HRC	dureté Rockwell
HB	dureté Brinell
HV	dureté Vickers
AW	brut de soudage
wh	écroui

SMAW	soudage à l'arc par l'électrode enrobée
FCAW	soudage à l'arc par fil fourré
GMAW	soudage à l'arc sous protection gazeuse avec fil massif
SAW	soudage à l'arc sous flux solide

C.C.+	courant continu, +
C.C.-	courant continu, -
C.A.	courant alternatif
Uo	tension à vide

Symboles chimiques

Al	aluminium
B	bore
C	carbone
Cr	chrome
Co	cobalt
Cu	cuivre
Mn	manganèse
Mo	molybdène
Nb	niobium
Ni	nickel
P	phosphore
S	soufre
Si	silicium
Sn	étain
Ti	titane
W	tungstène
V	vanadium

Gougeage - Coupage - Perçage

Généralités

OK 21.03 est une électrode spécialement développée pour le gougeage, coupage ou perçage. Les matériaux appropriés sont l'acier, l'acier inoxydable la fonte et tous les autres métaux sauf le cuivre.

L'enrobage produit un fort jet de gaz, qui souffle le métal de base.

Ni air comprimé, ni gaz, ni pince spéciale ne sont nécessaires; l'équipement standard est seul utilisé. Les bords sont très réguliers et lisses, obtenus sans autre préparation des chanfreins. Pour la préparation des aciers spéciaux ou des aciers austénitiques au manganèse, un léger meulage peut être nécessaire.

Attention: L'électrode n'est pas concue pour déposer un métal d'apport. Ce produit est disponible dans les diamètres 3.25, 4.0 et 5.0 mm.

Applications

OK 21.03 est appropriée pour le gougeage sur chantier, en alternative du procédé arc-air.

L'électrode est idéale pour la réparation des fontes lorsque la matière et le graphite sont brûlées en surface, limitant ainsi le risque de fissures et de porosités.

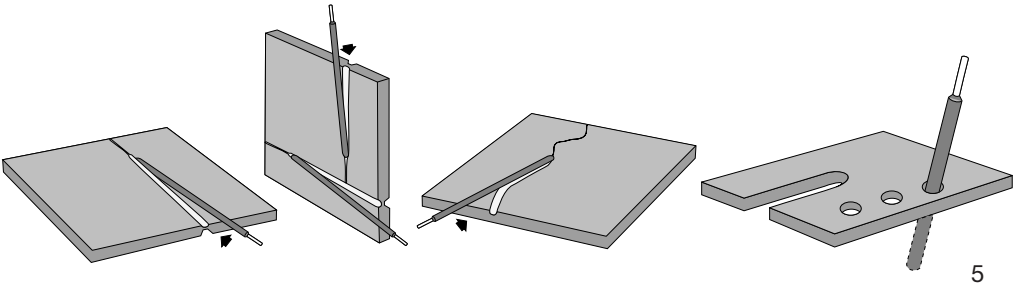
Une autre application est le gougeage des aciers austénitiques au manganèse.

Procédure

Utilisable en C.C.- ou C.A. Pour le coupage et perçage le C.C.+ est recommandé.

Pour l'amorçage de l'arc l'électrode est mise verticalement à la surface de la pièce. Ensuite on doit tenir un angle de 5-10° par rapport à la pièce et la déplacer vers l'avant. L'électrode doit être en contact avec la pièce, car elle est guidée comme une scie à main. Si une coupe plus profonde est nécessaire, répétez la procédure jusqu'à ce que la profondeur désirée soit obtenue.

Le perçage est très simple. L'électrode est positionnée verticalement pour l'amorçage de l'arc et est ensuite dirigée vers le bas jusqu'à ce qu'elle pénètre le métal. Par un mouvement de va et vient, le trou peut être élargi.



Températures de préchauffage et d'entre passes

Pour obtenir un métal d'apport fondu sans criques, les températures de préchauffage et de passes intermédiaires sont très importantes.

Le préchauffage réduit:
- le risque de fragilisation par l'hydrogène
- les contraintes de retrait
- la dureté de la zone affectée thermiquement (ZAT)

La nécessité d'un préchauffage augmente en fonction des facteurs suivants:
- pourcentage de carbone du métal de base
- pourcentages des éléments d'alliage du métal de base
- volume de la pièce
- température ambiante
- vitesse de soudage
- diamètre du métal d'apport

Détermination de la température de préchauffage

La composition du métal de base doit être connue pour déterminer la température de préchauffage qui est fixée par deux principaux facteurs d'influence:
- teneur en carbone du métal de base
- teneur des éléments d'alliages du métal de base

La température de préchauffage croit surtout avec le pourcentage de carbone. De même avec les éléments d'alliage, mais dans une moindre mesure.

Une méthode pour déterminer la température de préchauffage est le calcul du carbone équivalent, qui se base sur la composition chimique du métal de base.

C_{eq} = %C + %Mn/6+(%Cr +%Mo+%V)/5 + (%Ni+%Cu)/15

Plus le C_{eq} est elevé, plus haute sera nécessaire la température de préchauffage.
Un autre facteur pour la détermination de la température de préchauffage est l'épaisseur ainsi que les dimensions de la pièce. La température de préchauffage augmente avec l'épaisseur et les dimensions de la pièce.
Quand la température de préchauffage est déterminée, il est très important d'obtenir et de maintenir cette température pendant la procédure de soudage.
Pour le préchauffage, le temps de dispertion est très important pour maintenir la même température à travers toute la section d'une pièce. Le refroidissement de la pièce après le soudage doit se faire lentement.
Les prochains tableaux montrent les températures de préchauffage recommandées pour les divers matériaux.

Températures de préchauffage recommandées

Métal de base / Métal d'apport	Epaisseur de tôle mm	Acier C_{eq} <0.3 < 180 HB °C	Acier faiblement allié C_{eq} 0.3–0.6 200–300 HB °C	Acier à outil C_{eq} 0.6–0.8 300–400 HB °C	Acier au chrome 5–12% Cr 300–500 HB °C	Acier au chrome >12% Cr 200–300 HB °C	Acier inoxydable 18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	Acier austénitique au manganèse 14%Mn 250–500 HB °C
Acier faiblement allié 200–300 HB	≤20	–	100	150	150	100	–	–
	>20 ≤60	–	150	200	250	200	–	–
	>60	100	180	250	300	200	–	–
Acier à outil 300–450 HB	≤20	–	100	180	200	100	–	–
	>20 ≤60	–	125	250	250	200	–	o
	>60	125	180	300	350	250	–	o
Acier au chrome 12% 300–500 HB	≤20	–	150	200	200	150	–	x
	>20 ≤60	100	200	275	300	200	150	x
	>60	200	250	350	375	250	200	x
Acier inoxydable 18/8 25/12 200 HB	≤20	–	–	–	–	–	–	–
	>20 ≤60	–	100	125	150	200	–	–
	>60	–	150	200	250	200	100	–
Acier au Mn 200 HB	≤20	–	–	–	x	x	–	–
	>20 ≤60	–	–	•100	x	x	–	–
	>60	–	–	•100	x	x	–	–
Alliage base de Co	≤20	100	200	250	200	200	100	x
	>20 ≤60	300	400	•450	400	350	400	x
	>60	400	400	•500	•500	400	400	x
Acier au carbure 55 HRC	≤20	–	o–	o–	o–	o–	o–	o–
	>20 ≤60	–	100	200	•200	•200	o–	o–
	>60	o–	200	250	•200	•200	o–	o–

(1) Deux passes de métal déposé au maximum
La formation de fissures en surface est normale
- Pas de préchauffage ou préchauffage <100°C.

x Employée très rarement ou bien pas du tout

o Ne préchauffez que si de grandes surfaces doivent être rechargées

• Pour éviter des criques, utilisez une sous-couche de métal d'apport tenace et inoxydable

Contrôle de la dilution

La dilution est le mélange inévitable entre le métal de base et le métal d'apport deposé pendant le soudage.

Le but est la minimisation de cette dilution pour optimiser les caractéristiques du dépot du rechargement.

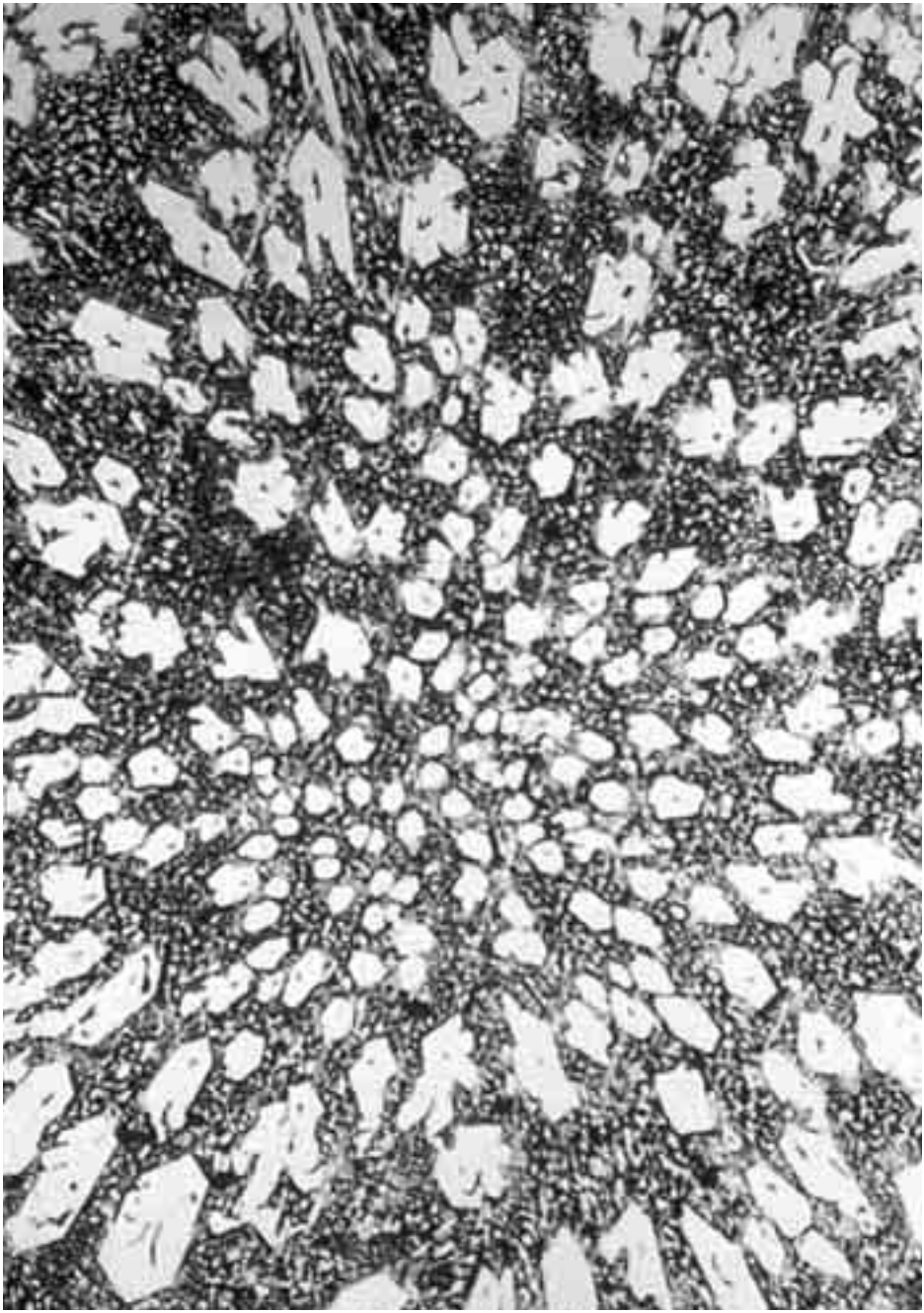
Un rechargement de faible dureté déposé sur des métaux plus fortement alliés subit un accroissement de dureté. Cela dépend de l 'absorption de carbone et des éléments d'alliage du métal de base.

Assez souvent le métal de base est faiblement allié et plusieurs passes peuvent être nécessaires pour atteindre la dureté désirée. Pour cela, deux ou trois passes suffissent normalement.

Le taux de dilution est non seulement fonction des paramètres de soudage, mais encore du procédé de soudage, on doit optimiser le procédé pour obtenir la plus faible dilution possible.

Facteurs influencant la dilution:

• Vitesse de soudage	Vitesse lente - forte dilution Vitesse rapide - faible dilution
• Polarité:	c.c.-: faible dilution c.a.: moyenne dilution c.c.+: forte dilution
• Apport d'énergie:	Haut: forte dilution Faible: faible dilution
• Technique de soudage:	Passes étroites: faible dilution Passes balayées: forte dilution
• Position de soudage:	Verticale montante: forte dilution A plat, en corniche, verticale descendante: faible dilution
• Nombre de passes:	Plus il y a de passes, plus faible est la dilution
• Type du métal déposé:	Métal d'apport fortement allié: moins sensible à la dilution
• Sortie de fil:	Sortie de fil longue: moins de dilution



Microstructure de métal déposé avec l'electrode
OK 84.78 (carbures de chrome)

Sous-couches ou beurrage et reconstitution

Les sous-couches sont utilisées comme métal déposé intermédiaire entre le métal de base et le dépot de rechargement dur final pour:

- atteindre une bonne liaison avec le métal de base
- éviter la fragilisation sous cordon par l'hydrogène (également avec des pièces préchauffées)
- diminuer les effets de tensions
- limiter l'effet de la dilution
- éviter la fragilisation des cordons durs suivants
- empêcher des criques possibles dans le rechargement dur et éviter la dilution dans le métal de base.

Pour les sous-couches, les métaux d'apport austénitiques sont largement utilisés.

Le type du métal d'apport pour la sous-couche dépend du métal de base et du type d'usure; voir aussi le tableau ci-dessous.

Métaux d'apport pour les sous-couches ou beurrage

Métal de base	Application	SMAW	FCAW/GMAW
Acier au Mn 14%	Surface usée Réparation des fissures	**OK 67.45** **OK 68.82**	**OK Tubrodur 14.71** **OK Autrod 16.75**
Acier faiblement allié	1 passe rechargement dur pas d'usure au choc	**Pas de sous-couches**	
	2 passes rechargement dur usure au choc	**OK 67.45**	**OK Tubrodur 14.71**
	2 passes alliages de Co et Ni	**OK 67.45 ou** **OK 68.82**	**OK Tubrodur 14.71 ou** **OK Autrod 16.75**
Acier trempé	1 passe rechargement dur pas d'usure au choc	**Pas de sous-couches**	
	2 passes rechargement dur usure au choc	**OK 67.45**	**OK Tubrodur 14.71**
	2 passes alliages de Co et Ni	**OK 67.45 ou** **OK 68.82**	**OK Tubrodur 14.71 ou** **OK Autrod 16.75**
Acier au chrome 5-12%	alliages au Co et Ni pour plaquer	**OK 67.45**	**OK Tubrodur 14.71**
Acier au chrome 2-17%	alliages pour rechargement de même type	**Pas de sous-couches** **Préchauffage voir Tableau 7, Page 116.**	
	1-2 passes rechargement dur	**OK 67.45 ou** **OK 68.82**	**OK Tubrodur 14.71 ou** **OK Autrod 16.75**
Fonte	Rechargement dur	**OK 92.60**	**OK Tubrodur 15.66**

Voir tableau 2 en page 96 pour plus informations sur les produits.

Si une trop grande quantité de métal de rechargement dur est déposée sur une base de métal mou, comme l'acier de construction, la passe en métal dur tend à s'enfoncer dans la surface lorsque la charge est forte, figure A. Il en resulte une fissure dans la passe dure. Pour éviter ce phénomene, déposez avant ce rechargement dur un métal résistant et tenace, figure B.

Figure A

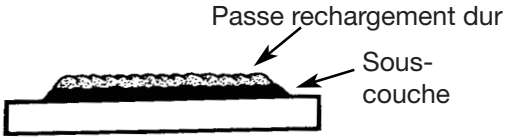


Figure B

OK 83.28 et OK Tubrodur 15.40 sont des métaux d'apport appropriés pour le soudage et les sous-couches. Mais suivant le métal de base, d'autres types de produit peuvent être recommandés.

Pour le rechargement avec des matériaux fragiles, comme les carbures de chrome ou les alliages au Co, on recommande une sous-couche avec 1 ou 2 passes d'un métal d'apport austénitique. On obtient des tensions de compression dans les cordons ulterieurs pendant le refroidissement ce qui réduit le risque de fissure dans le rechargement dur.

Lors de nombreuses passes dures on constate des fissures apparentes, qui n'affectent pas le rechargement. On peut seulement craindre que les fissures se propagent dans le métal de base lors de la fatigue au choc ou pendant la flexion de la pièce, figure C. Cette tendance se rencontre surtout si le métal de base est un acier à résistance élevée. Dans ce cas, l'usage d'une sous-couche résistante évite la propagation des fissures, figure D. Les métaux d'apport recommandés sont: OK 67.45, OK 68.82, OK Tubrodur 14.71 ou OK Autrod 16.75, figure B.

Figure C

Figure D

Passes de reconstitution

Dans le cas ou une pièce est fortement usée, il existe une possibilité pour la réparer qui est la reconstitution de la pièce à sa forme initiale avant le rechargement dur au moyen d'un autre métal d'apport du même type que le métal de base. Une autre méthode est l'alternance des passes dures et ductiles, voir ci-dessous.

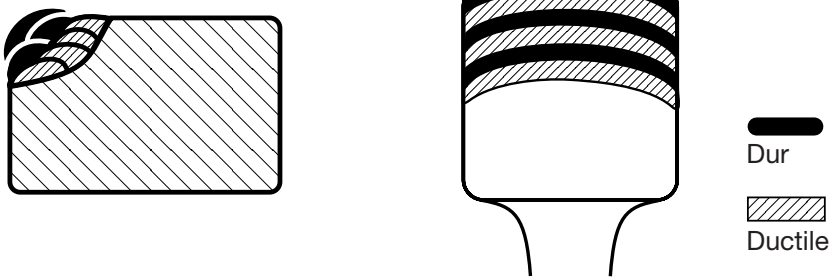
Métaux d'apport pour la reconstitution

Type d'alliage	SMAW	FCAW	SAW	GMAW
Faible carbone Faiblement allié	**OK 83.28** **OK 83.29**	**OK Tubrodur 15.40**	**OK Tubrodur 15.40/** **OK Flux 10.71**	**OK Autrod 13.89**

Les métaux d'apport pour la reconstitution ont une grande résistance par rapport à l'usure due aux chocs, mais naturellement peu de résistance à l'usure abrasive.

Suivant le métal de base, d'autres types de métal d'apport peuvent être recommandés.

Les applications types sont:
- marteaux
- concasseurs
- dents de godet
- outils pour cisaillage à froid



Bloc moteur en fonte réparé avec les électrodes OK 92.18 et OK 92.60.

Soudage des fontes

Généralités

La fonte est constituée d'alliages de fer avec une teneur de carbone de 2 à 5%, une teneur de silicium de 1 à 3% et jusqu'à 1% manganèse.

La fonte est caractérisée par urre faible tenacité, faible dureté, et faible résistance mécanique. Généralement la fonte est un métal très cassant. Pour améliorer ces caractéristiques, la fonte est fréquemment traitée thermiquement ou alliée.

Les types de fonte les plus usuels sont:

- fonte grise
- fonte nodulaire
- fonte malléable
- fonte à graphite sphéroïdal
- fonte blanche

La haute teneur en carbone affecte considérablement la soudabilité. En fonction des différentes types de fonte, la soudabilité varie. La soudabilité de quelques types est limitée, et quelques nuances sont considérées comme non-soudables. Tous les types de fonte peuvent être soudés avec succès, à l'exception de la fonte blanche en raison de sa fragilité.

Métaux d'apport pour la fonte

Type	SMAW	FCAW
Nickel pur	**OK 92.18**	
Nickel-fer	**OK 92.58**	
Nickel-fer	**OK 92.60**	**OK Tubrodur 15.66**
Nickel-cuivre	**OK 92.78**	

Type de nickel pur

En principe, la fonte est soudée avec des électrodes de nickel pur. Le nickel est capable d'absorber plus de carbone sans variation de ses caractéristiques. La dilatation thermique du nickel et de la fonte sont comparables. Le nickel est plus tenace que les autres métaux d'apport, et on peut l'usiner très facilement. Le nickel est utilisé pour remplir des cavités, porosités, défauts d'usinage et pour exécuter des réparations avec une dureté demandée à 150 HB. Le nickel n'est pas recommandé pour les matériaux ferreux avec une haute teneur en soufre ou en phosphore.

Type ferro-nickel
Pour avoir une résistance mécanique plus elevée, on peut utiliser les électrodes ferro-nickel pour le soudage de la fonte ainsi que la fonte avec l'acier. En raison de la part du fer dans le métal d'apport fondu, sa dureté augmente un peu en comparaison avec le métal d'apport déposé de nickel pur. Le métal d'apport déposé est usinable.

Le type ferro-nickel est moins sensible aux dilutions du soufre et du phosphore que le type de nickel pur.

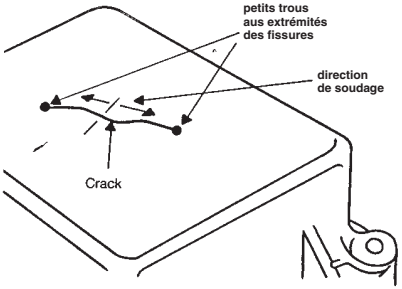
Type nickel-cuivre
Le type de nickel-cuivre est recommandé si le métal fondu doit avoir la même couleur que le métal de base. Le métal déposé est facilement usinable.

Type acier non allié
L'application de ce type d'électrode est limitée à un emploi non-critique et si l'usinage n'est pas nécessaire.

Voir les informations sur les produits, tableau 1 en page 95.

Préparation des bords pour la fonte

- L'angle d'ouverture des bords doit être plus grand que pour l'acier de construction.
- Tous les bords doivent être arrondis.
- En principe, il est préferable de faire une préparation des bords en U.
- Toutes les fissures doivent être ouvertes pour garantir l'accessibilité
- Pour la réparation, on doit percer des petits trous aux extrémités des fissures,voir ci-dessous..

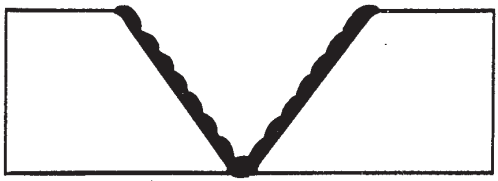


Procédure de la réparation des fissures

Etant donné que la fonte a une microstructure poreuse, la présence d'huile et d'autres liquides pourraient affecter sa soudabilité: on doit les éliminer avant le soudage. Pour brûler ces liquides à l'intérieur, un préchauffage est nécessaire. Ce n'est pas possible dans le plus souvent des cas à cause de la forme de la pièce ou des limites de temps.

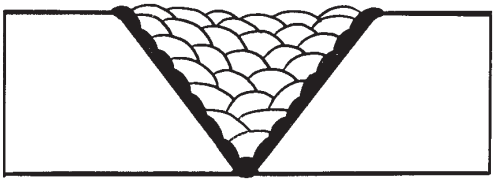
Une possibilité pour éluder ce problème est l'utilisation de l'électrode de gougeage OK 21.03, page 5. Elle est idéale pour la préparation de la réparation de la fonte, parcequ'elle brule les impuretés et le graphite, ce que réduit le risque des fissures et des porosités pendant le soudage. Par un meulage normal au fond du chanfrein, les souillures et impuretés restent et cela peut causer des problèmes pendant le soudage.

Pour certaines soudures il est conseillé d'utiliser la technique du beurrage. L'opération consiste à déposer un métal par rechargement sur toute la surface des bords à assembler (figure 1 et 2). Cette technique est utilisée pour éviter la formation de phases fragiles. Au refroidissement les contraintes de retrait du métal déposé des passes suivantes auront plus d'effet sur la passe de beurrage ductile que dans la zone affectée du métal de base.



Technique de beurrage

Figure 1



Passes multiples par
la technique du beurrage

Figure 2

Soudage des fontes sans préchauffage

La plupart des réparations de fonte sont effectuées par le procédé SMAW (soudage à l'électrode enrobée). Aujourd'hui on soude sans préchauffage selon les recommandations suivantes:

- souder par passes courtes (soudures discontinues) (20-30 mm), en fonction de l'épaisseur
- utiliser des électrodes de faible diamètre, souder avec une faible intensité
- maintenir en permanence la température du métal au-dessous de 100°C
- marteler la soudure immédiatement après le soudage avec un marteau arrondi.

Pignon d'engrenage, réparé avec OK 68.82.

Aciers difficilement soudables

Dans le domaine de la réparation et maintenance, il y a beaucoup d'aciers qui sont considérés comme difficilement soudables.
A ces types d'acier appartiennent:
- aciers au carbone elevé
- aciers à résistance élevée
- aciers à outils
- aciers à ressorts
- aciers traités thermiquement
- aciers anti-usure
- aciers de composition inconnue

Les aciers de composition inconnue doivent être considéres comme difficilement soudables pour éviter une défaillance pendant le soudage.

En principe ces aciers peuvent être soudés avec des métaux d'apport ferritique du même type, avec préchauffage et traitement thermique aprés soudage, pour éviter une fragilisation par l'hydrogène dans la zone thermiquement affectée (ZAT).

Pour le soudage de la réparation il n'est pas toujours possible de faire un préchauffage ou d'effectuer un traitement thermique.

Dans ce cas, le soudage avec des métaux austénitiques ou base nickel est considéré comme une des meilleures méthodes. Le risque de fissuration est reduit par une solubilité de l'hydrogène et une meilleure ductilité du métal d'apport déposé.

Les types de produits recommandés sont:

Type	SMAW	FCAW/GMAW
29Cr 9Ni	**OK 68.81, OK 68.82**	**OK Autrod 16.75**
18Cr 9Ni 6Mn	**OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52**	**OK Tubrodur 14.71** **OK Autrod 16.95**
Ni-base	**OK 92.26**	**OK Autrod 19.85**

OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75
Pour l'emploi avec une forte dilution et les applications à résistance élevée, la teneur en ferrite dans le métal déposé non-dilué est souvent >40%, cela pouvant causer des zones de fragilisation à des températures élevées.

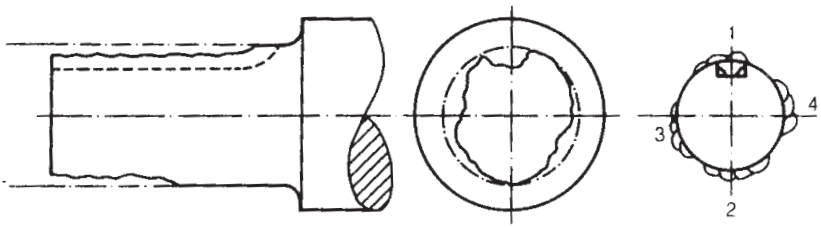
Ces types sont les meilleurs choix si un métal de composition inconnu doit être soudé.

OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95
Ces types déposent un métal fondu entièrement austénitique avec une résistance mécanique modérée, mais avec une résistance extrême contre la fissuration. Le métal déposé est relativement mou ce qui réduit la tension en présence de martensite et diminue le risque de fissuration par l'hydrogène. Ce type de métal d'apport de soudage peut être le meilleur choix, si la résistance mécanique est acceptable.

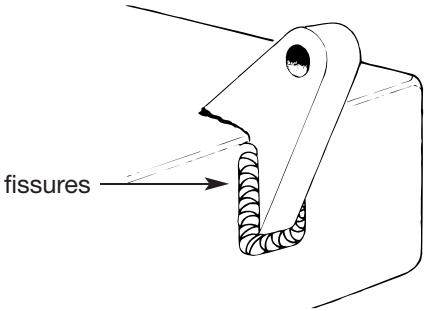
OK 92.26/OK Autrod 19.85
Ils sont appropriés pour les applications à températures élevées et les soudures à haute résistance mécanique au-dessus de 200°C de température de service, comme les aciers aux Cr-Mo avec les aciers inoxydables. Ces types ne sont pas sensibles à la fragilisation et diminuent les contraintes résiduelles de soudage par leurs allongements élevés. Ces types sont aussi aptes au soudage des tôles épaisses (>25 mm), comme par exemple le soudage multi-passes.

Voir tableau 2, page 96–97 pour des informations complementaires sur ces produits.

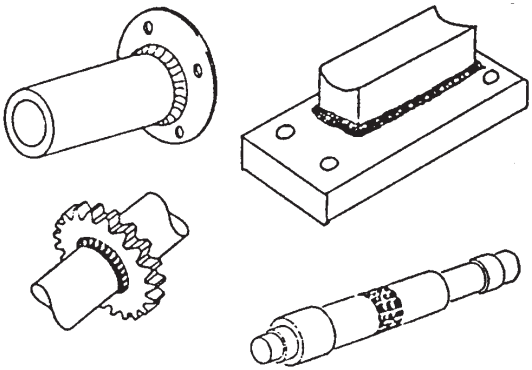
Les figures suivantes montrent quelques applications types effectuées avec succès avec OK 68.82.



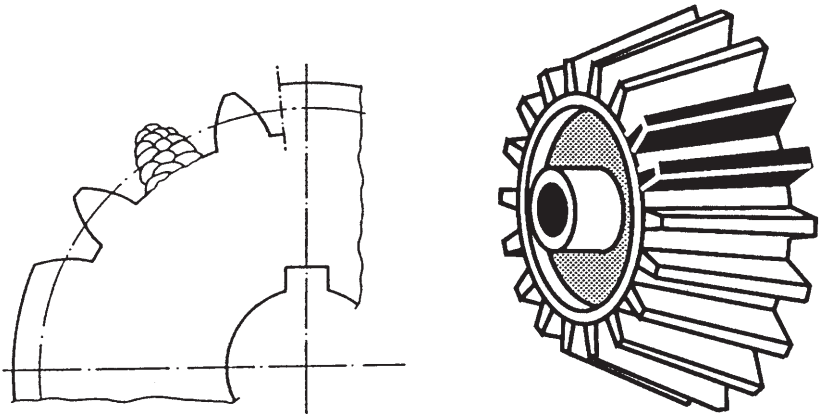
Réparation d'un arbre en acier faiblement allié avec OK 68.82.



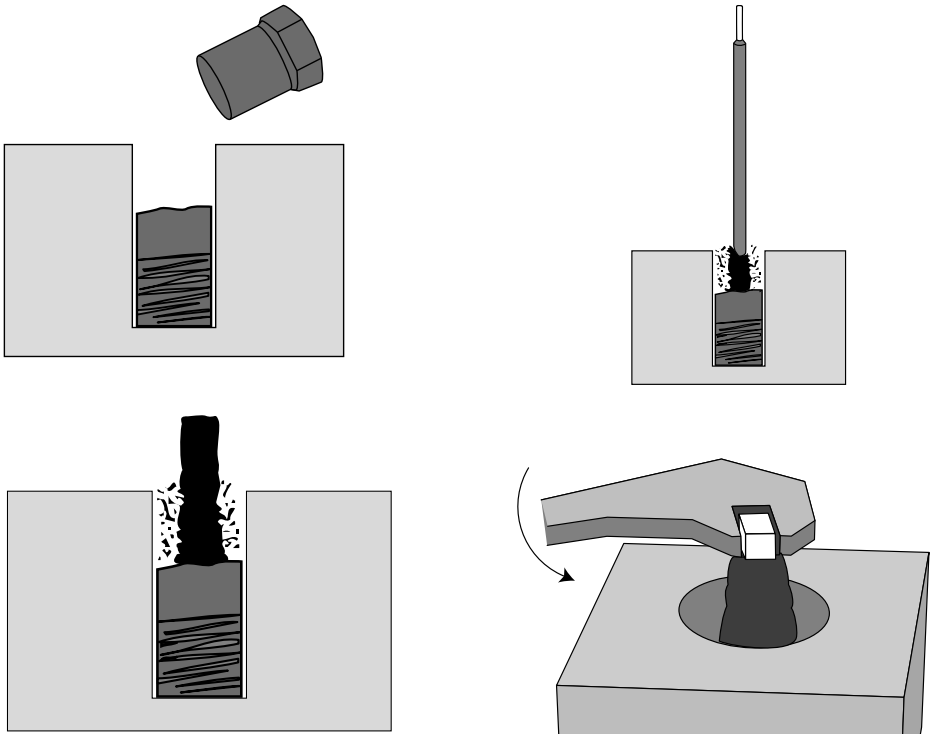
Réparation d'un support en acier coulé avec OK 68.82.



Composants de machines réparés avec OK 68.82.



Réparation des cassées d'un engrenage avec OK 68.82.



L'extraction d'un boulon cassé avec OK 68.82.

Soudage des aciers inoxydables avec des aciers faiblement alliés

Assembler des aciers C/Mn ou faiblement alliés avec des aciers inoxydables est incontestablement le plus fréquent et plus important exemple pour le soudage des aciers dissemblables, particulièrement pour assembler des aciers C/Mn ou faiblement allié avec des aciers austénitiques.

Le soudage des aciers inoxydables avec des aciers C/Mn ou faiblement alliés doit normalement être effectué avec des métaux d'apport qui sont plus fortement alliés et inoxydables que le métal de base.

On peut utiliser deux méthodes. Le joint chanfreiné sera soudé avec des métaux d'apport fortement alliés et inoxydables, ou bien avec un alliage de base en nickel. Alternativement, la surface du bord faiblement alliée sera beurrée avec un métal d'apport fortement allié et inoxydable, puis le chanfrein sera rempli avec le métal d'apport de même nuance que le métal de base inoxydable.

Normalement le soudage est effectué sans préchauffage sauf recommandations pour les aciers particuliers.

La tableau 2 en page 96 montre des métaux d'apport pour le soudage de matériaux dissemblables.

Les types utilisés le plus fréquemment sont:

Type	SMAW	FCAW/GMAW
29Cr 9Ni	**OK 68.81, OK 68.82**	**OK Autrod 16.75**
18Cr 9Ni 6Mn	**OK 67.42, OK 67.45, OK 67.52**	**OK Tubrodur 14.71**
		OK Autrod 16.95
Ni-base	**OK 92.26**	**OK Autrod 19.85**

OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75

Pour l'emploi avec forte dilution et les applications à résistance élevée. Le taux de la ferrite dans le métal d'apport non-dilué est souvent de plus de 40%, cela peut causer des zones de fragilisation à température élevée.

Ces types sont le meilleur choix pour souder des matériaux dont la composition est inconnue.

OK 67.42/OK 67.45/OK 67.52/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95
Ces types déposent un métal complètement austénitique avec une résistance mécanique modérée, mais avec une résistance extrême contre la fissuration. Le métal deposé est relativement mou ce qui réduit les tensions en présence de martensite et diminue le risque de fissuration par l'hydrogène. Ce type de métal d'apport de soudage peut être le meilleur choix, si la résistance mécanique est acceptable.

OK 92.26/OK Autrod 19.85
Ceux-ci sont appropriés pour les applications à température élevée et les soudures de haute résistance mécanique au-dessus de 200°C de température de service, comme les aciers au Cr-Mo avec les aciers inoxydables. Ces types ne sont pas sensibles contre la fragilisation et diminuent les contraintes résiduelles dans la soudure par leurs allongements elevés. Ces types sont aussi aptes au soudage des tôles épaisses (> 25 mm), comme le soudage multi-passes.

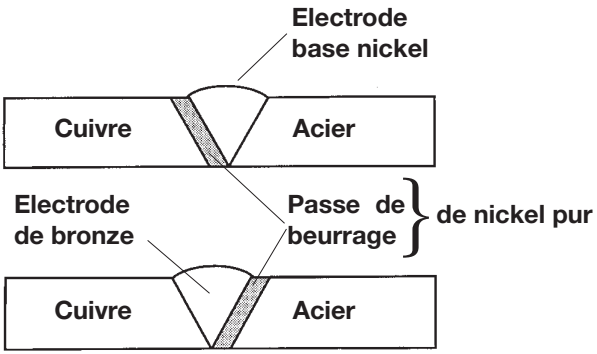
Assemblage du cuivre et alliages de cuivre avec l'acier/l'acier inoxydable

Pour le soudage du cuivre et des alliages de cuivre avec l'acier/l'acier inoxydable la technique du beurrage doit être utilisée. Le cuivre liquide et en partie le bronze migrent vers la zone thermiquement affectée de l'acier et précipitent aux joints de grains. Le point de fusion de cette phase se situe quelques centaines de degrés en dessous du point de fusion de l'acier. La pénétration est rapide et peut être > 1 mm. Ce phénomène est favorisé par les contraintes de traction, qui sont toujours présentes dans les cordons de soudure. Elles sont aussi présentes dans les alliages à base de nickel, mis à part le nickel pur et des alliages de nickel-cuivre. Aussi, les alliages de nickel pur et de nickel-cuivre peuvent être utilisés pour les passes de beurrage pour éviter la diffusion du cuivre.

Cette diffusion de cuivre n'est pas toujours génante. Pour beaucoup d'applications de rechargement ou peut la tolérer. Mais si la soudure est exposée à de fortes contraintes ou spécialement à des températures élevées, les joints de grains peuvent devenir fragiles, et cette pénétration de cuivre doit être évitée. Dans ces cas on doit utiliser du nickel pur ou des alliages de nickel-cuivre en passe de beurrage.

Les passes de beurrages peuvent être réalisées sur le bord du cuivre ou sur le bord d'acier. Pendant le beurrage il est très important d'éviter des contacts physiques directs entre le métal d'apport et le métal au-dessous de la passe de beurrage.

Dans les deux cas, il faudra utiliser pour les passes de beurrage une électrode de nickel pur comme OK 92.05. Pour le soudage de finition on peut utiliser des électrodes du type d'acier inoxydable ou de bronze, selon le côté ou la passe de beurrage est déposée. La figure de la page suivante montre le mode d'exécution de cette passe de beurrage.



Pour le beurrage du cuivre ou du bronze, on doit préchauffer à 300-500°C. Les matériaux minces sont préchauffés seulement dans la région du début de soudage.

Si la passe de beurrage est déposée côté acier, la température de préchauffage doit être sélectionnée en fonction du type du métal.

On doit préchauffer le côté du cuivre à 150-200°C (bronzes Al et bronzes Sn) ou <100°C (bronzes Si), si la passe de beurrage n'est pas du côté du cuivre et si l'électrode de soudage est de type de base de cuivre.

Les cordons de soudure pour le beurrage sur le côté du cuivre ne doivent pas être préchauffées de ce côté, car la passe de nickel isolante tempère la dissipation de la chaleur par la conductibilité thermique du cuivre.

Les métaux d'apport pour le soudage des métaux non ferreux sont indiqués dans une liste du tableau 6 de la page 113–114.

Assemblage de dents de godet neuves avec OK 67.45 ou OK Tubrodur 14.71.

Lèvres de godets de dragues assemblés avec OK 68.82.

Soudage des aciers austénitiques au manganèse

Les aciers austénitiques au manganèse, aussi appelés aciers au manganèse 14% ou aciers d'Hadfield, contiennent typiquement 14% de manganèse et 1-1,4% de carbone. Quelques types contiennent aussi d'autres éléments d'alliage. Cet acier a une trés forte capacité d'écrouissage pendant une déformation à froid, c'est-à-dire après des chocs forts et/ou des pressions de surface fortes. Cela en fait un acier idéal pour les applications dans l'industrie du broyage et minière, par exemple pour les pièces d'usure de marteau pilon, broyeur, concasseur, benne, pelleteuse, dent de godet et blindages.
Les aciers austénitiques au manganèse ont une longue vie, mais ils s'usent dans certains cas. La réparation des fissures ou la reconstitution du métal est normalement effectuée par rechargement des matériaux usés, suivi d'un rechargement dur afin d'augmenter la durée de vie des piéces.
La soudabilité des aciers austénitiques au manganèse est limitée par sa tendance à la fragilisation pendant le chauffage et le refroidissement. En règle générale la température entre passes ne doit en aucun cas dépasser 200°C. Pour cela, le contrôle de la température pendant le soudage est indispensable. Ces aciers doivent être soudés selon les recommandations suivantes:

- apport d'énergie le plus faible possible par un courant de soudage faible
- passes étroites au lieu de passes balayées
- si possible travailler plusieurs pièces simultanément
- la pièce peut être plongée dans l'eau pour le refroidissement

Le soudage des aciers austénitiques au manganèse peut comprendre:

- Soudage des aciers austénitiques au manganèse avec des aciers faiblement alliés
- Soudage des aciers austénitiques au manganèse avec des aciers austénitiques au manganèse
- Rechargement des surfaces usées
- Rechargement dur pour conserver la dureté initiale de la surface

Assemblage

Pour souder ensemble les aciers austénitiques au manganèse ou les aciers austénitiques au manganèse avec des aciers de construction, on doit utiliser des métaux d'apport austénitique, pour assurer une bonne résistance mécanique.

Métaux d'apport pour le soudage

Type d'alliage	SMAW	FCAW	GMAW
18/8/6	**OK 67.42** **OK 67.45** **OK 67.52**	**OK Tubrodur 14.71** sans gaz	**OK Autrod 16.95**
29/9	**OK 68.81** **OK 68.82**		**OK Autrod 16.75**

Pour plus d'informations sur les produits voir tableau 2, page 96–97.

Rechargement:
Avant le rechargement des pièces très usées il est recommandé de beurrer la pièce avec des métaux d'apport austénitiques du type OK 67.XX. Ensuite on peut effectuer le rechargement avec un type à 13% manganèse.

Métaux d'apport pour le rechargement

Type d'alliage	SMAW	FCAW
13Mn	**OK 86.08**	
13Mn 4Cr 3Ni	**OK 86.20**	**OK Tubrodur 15.60** sans gaz
14Mn3Ni	**OK 86.28**	
14Mn18Cr	**OK 86.30**	**OK Tubrodur 15.65** sans gaz

Ces métaux d'apport correspondent aux aciers austénitiques au manganèse les plus usuels. Le tableau 3, page 98-99, montre plus d'informations sur ces produits.

Dureté initiale elevée
Pour augmenter la dureté initiale du métal déposé brut de soudage et pour améliorer la résistance initiale contre l'usure, on peut effectuer un rechargement dur avec des métaux d'apport allies au chrome. C'est aussi possible avec de nouvelles pièces dans le but d'une protection préventive.

Métaux d'apport pour dureté elevée

HRC	SMAW	FCAW	GMAW
55–60	**OK 84.58**	**OK Tubrodur 15.52**	**OK Autrod 13.91**

Dans le cas de conditions abrasives extrêmes, on peut déposer des produits fortement alliés au chrome ou à carbures complexes en quadrillage ou en points.

HRC	SMAW	FCAW
60–63	**OK 84.78**	**OK Tubrodur 14.70**
~62*	**OK 84.84**	**OK Tubrodur 15.80**

* 1 passe

Le tableau 5, page 103–112, montre plus d'informations sur ces produits.

Réparation d'un broyeur en acier à 14% manganèse avec OK 86.08

Dents de broyeur: OK 86.20 en passe de sous-couches, OK 84.78 rechargement dur Motif en quadrillage: OK Tubrodur 14.70.

Marteaux broyeurs: OK Tubrodur 15.65.

La réparation des aciers à outils et des aciers pour les températures élevées

En comparaison avec les aciers de construction, les aciers à outils ont une teneur de carbone plus elevée. Ils sont souvent alliés avec du chrome, nickel et molybdène et sont traités thermiquement pour obtenir des caractéristiques spécifiques par example concernant la dureté, la ténacité, la stabilité dimensionnelle etc.

La réparation par le soudage des aciers à outils peut être très difficile, car on ne doit pas modifier les caractéristiques d'origine. Pour cela un traitement thermique est nécessaire, ainsi que l'application d'un métal d'apport qui déposera un métal de même composition et de mêmes caractéristiques. Pratiquement c'est très compliqué à cause des problèmes d'écaillage et de géométrie, et cela demande beaucoup de temps.

Soudage simplifié

Pour la réparation d'outils on doit préchauffer à 200-500°C (en fonction du type d'acier). Le soudage est aussi effectué à cette température, suivi d'un revenu. Si cela ne donne pas entierement une structure et une dureté homogènes sur le cordon de soudure, mais cela peut-être suffisant pour éviter l'achat d'un outil neuf et onéreux. On peut lire les températures de préchauffage et de traitements thermiques dans les ouvrages standards divers, par exemple SAE/AISI ou bien on peut se les fournir auprès des fabriquants d'aciers.

Les électrodes pour les aciers à outils

Ces électrodes sont développées pour la fabrication d'outils et pour le soudage de la réparation

Principales types

OK 84.52	Martensitique 13 Cr
OK 85.58	Martensitique+carbures fins
OK 85.65	«Acier rapide»
OK 93.06	Type base cobalt – Co Cr W
OK 92.35	Type base nickel – Ni Cr Mo W

Un aspect important des aciers à outils et des métaux d'apport déposés est la dureté aux températures élevées, car les outils sont souvent utilisés à des températures élevées ou parce que, pendant les procédés de coupage ou d'usinage, ils subissent des températures élevées. La dureté du métal déposé faiblement allié décline rapidement aux températures au-dessus de 400°C , tandis que les types d'aciers rapides conservent leurs duretés jusqu'au 600°C.

Les alliages à base de cobalt sont utilisés de préférence pour réduire l'usure due aux températures élevées en apportant un bon compromis de résistance contre l'oxydation, la corrosion et l'écaillage. Les principales applications concernées sont les sièges de soupapes, les guides d'extrusion, soupapes de moteur etc.

Les alliages à base de cobalt peuvent être utilisés en général avec des métaux de base comme les aciers au carbone, l'acier moulé, les aciers faiblement alliés ou les aciers inoxydables.

Le préchauffage est souvent nécessaire afin de garantir en passes multiples des soudures sans fissure.

OK 93.06 est renommée pour sa résistance contre l'usure à des températures élevées, et est utilisée pour les procédés de coupage et de cisaillage au-dessus de 600°C. Cependant les électrodes déposant un «acier ultra-rapide» comme le OK 85.65 permettent d'obtenir un résultat équivalent, voire meilleur avec une excellente ténacité à basse température.

OK 92.35 n'est pas extrêmement dure, mais la chute de la résistance mécanique et de la dureté est très uniforme. A température de 800°C, sa résistance à la traction est au-dessus de 400MPa. Cet alliage est très résistant contre les chocs thermiques, les contraintes cycliques et l'oxydation.

Préparation et recommandations pratiques

Afin d'obtenir au plus juste des températures uniformes et correctes, le préchauffage doit être effectué dans un four. On peut cependant l'effectuer avec un chalumeau. Il est important d'augmenter la température très doucement, particulièrement avec des outils d'un façonnage difficile. Il est aussi primordial de limiter l'apport d'énergie au minimum et d'utiliser une séquence discontinue de soudage.

Les joints de soudure peuvent être préparés par meulage. Il faut éviter des bords aigus, et un arrondi suffisant de ces bords est indispensable. Pour les aciers à outil qui sont difficiles à souder, on recommande la réalisation d'une ou deux passes en sous-couche avec par exemple OK 67.45 ou OK 68.82.

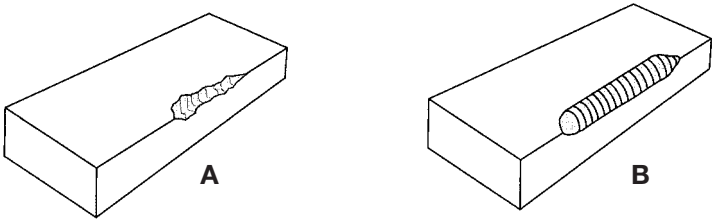
Les pièces pas trop délicates et les aciers d'outils faiblement alliés peuvent être rechargés avec OK 83.28 avant de procéder au rechargement dur.

Toutes les bords de travail et de découpe et toutes les surfaces ont besoin d'au moins deux passes avec l'électrode pour les aciers à outils.

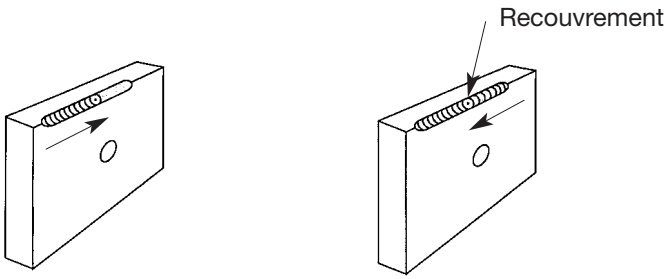
De même, il faut déposer les métaux d'apport sur une profondeur suffisante afin de permettre la mise à la cote exacte.

Le revenu est effectué à la même température que le préchauffage. Cependant la température de revenu et de préchauffage ne doit pas dépasser la temperature de recuit.

Préparation pour la réparation complète: (A) bord endommagé, (B) chanfreinage avant soudage.



Préparation pour la réparation partielle: (A) bord endommagé, (B) chanfreinage avant soudage.



Techniques pour éviter des cratères ou dommages sur les bords pendant le soudage de la réparation.

Sélection d'électrodes pour les differents types d'outils

Type d'outil	Caractéristiques désirées	Métal d'apport
Estampage à froid Outils de formage à froid	Ténacité, résistance mécanique Résistance aux chocs Résistance à l'abrasion	**OK 84.52**
Moules de coulée sous pression Matrices de moulage à plastique Outils d'estampage à chaud Poinçonnage à chaud Moules d'extrusion	Résistance mécanique aux températures élevées et résistante contre les chocs et l'abrasion à des températures élevées	**OK 85.58**
Moules à poinçonnage Matrices de pointage à chaud Outils de cisaille à chaud Outils de rabotage Outils de fraisage	Invariance dimensionnelle de bords de coupe aux températures élevées haute ténacité aux chocs	**OK 85.65**
Matrices d'estampage Matrices d'extrusion	Ténacité sous charge cyclique résistant contre l'oxydation à 1 000°C	**OK 92 35**
Outillage de frappe Outillage à rogner Cisailles à découper	Résistance élevée aux chocs élevée aux haute températures Résistance à l'écaillage	**OK 93.06**

Voir tableau 4, page 100–102 pour des informations supplémentaires.

Généralités

Le rechargement dur signifie la protection des pièces qui sont exposées à differents types d'usure pour qu'ils obtiennent une certaine résistance ou des caractéristiques spécifiques contre l'usure.

Quoique le rechargement dur soit d'abord utilisé pour recharger des pièces usées afin de les réutiliser et d'en prolonger leur durée de vie, cette technique est maintenant appliquée sur des produits neufs. La pièce peut être fabriquée avec un matériau moins cher, sa surface étant optimisée par rechargement avec un métal approprié.

Ces alliages de rechargement peuvent être appliqués par tous les procédés de soudage.

La dureté élevée ne signifie pas toujours une meilleure résistance à l'usure ou une durée de vie plus longue. Beaucoup d'alliages peuvent avoir le même niveau de dureté, mais peuvent s'user difèremment au cours du temps.

L'expérience a montré l'importance à connaître les conditions de travail des pièces pour sélectionner l'alliage de rechargement le mieux adapté.

Pour choisir le métal d'apport approprié pour une application spéciale, les informations suivantes sont nécessaires:

– types d'usure
– nuance du métal de base
– procédé de soudage préféré
– qualité de surface demandée

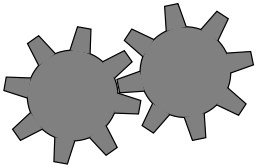
Types d'usure

Il y a plusieurs types d'usure différents qui agissent seuls ou en combinaison. Le métal d'apport doit donc être sélectionné minutieusement pour obtenir des caractéristiques appropriées afin de garantir l'efficacité et la sécurité.

Un alliage de rechargement doit être considéré comme un compromis pour chaque type d'usure. Par exemple: pendant la vérification d'une pièce métallique usée, on constate que le facteur d'usure prédominant est l'abrasion, le deuxième facteur étant les chocs légers. En conséquence, le métal d'apport dur sélectionné doit avoir une très bonne résistance à l'abrasion et un peu de résistance aux chocs.

Pour simplifier l'analyse des facteurs d'usure. On peut les classer en plusieurs catégories différentes.

Usure métal sur métal, usure par friction ou adhérence



C'est l'usure des pièces de métal qui roulent ou glissent entre elles: l'arbre sur la surface des paliers, les mailles d'une chaine, dents, cylindres etc.

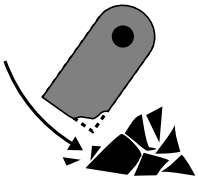
Les alliages de rechargement martensitique sont une bonne sélection contre l'usure de métal sur métal.

Les types d'alliages austénitiques au manganèse et de cobalt sont aussi utilisés pour ce type d'usure.

Les alliages de cobalt sont utilisés pour des températures élevées et des environements oxydants.

En général, le contact entre les surfaces des matériaux de même dureté cause une usure forte. Par conséquent, on doit sélectionner des duretés différentes pour, par exemple l'arbre et le coussinet.

Chocs

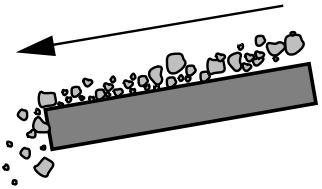


La surface d'une matière se déforme ou s'arrache localement, et peut même se casser si la pièce est exposée aux chocs et/ou aux fortes pressions.

Cependant l'usure par choc est aussi rencontrée avec des concasseurs et broyeurs car il y a usure par les particules fines en plus de l'usure par chocs, cela entraîne la nécessité d'une surface dure et anti-usure.

Les aciers austénitiques au manganèse offre la meilleure résistance contre des chocs purs, parce qu'ils augmentent leurs duretés par écrouissage. Cela provoque une surface dure avec une matière tenace en-dessous. Bien qu'ils ne soient pas aussi bons que les alliages austénitiques au manganèse, les alliages martensitiques ont aussi une certaine résistance contre l'usure aux chocs. Les principales applications sont les concasseurs, poulies, marteaux, rails.

L'abrasion par particules minérales fines

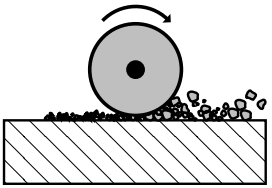


Ce type d'usure est causé par les particules tranchantes qui roulent ou glissent sur une surface de métal avec des vitesses et pressions différentes et qui entament la matière comme de petites outils de coupe. Plus les particules sont dures et ses formes tranchantes, plus l'abrasion sera sévère.

Les meilleurs examples se trouvent dans les excavateurs, le transport des minerais et les pièces de machines agricoles.

En raison d'absence d'usure due au chocs on peut appliquer avec succès des alliages fortemement alliés au chrome et au carbone, relativement fragiles, mais qui résistent bien à ce type d'usure.

Abrasion + pression usure par meulage

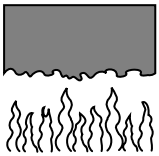


Ce type d'usure se présente lorsque des petites particules dures sont forcées entre deux pièces métalliques où elles sont écrasées par un mouvement de meulage.

Les principales applications sont les broyeurs, pulvériseurs, concasseurs à rouleaux et appareils à melanger.

Les métaux d'apport de soudage conseillés sont alors des alliages austénitiques au manganèse, des alliages martensitiques et quelques alliages aux carbures. Les alliages aux carbures comprennent normalement des carbures de titane très fins qui sont répartis uniformément.

Usure aux températures élevées, chaleur, oxydation, corrosion



Les métaux exposés continuellement à des températures élevées, perdent généralement leur résistance à ces températures, ce qui provoque des criques superficielles due à la fatigue thermique. Ces effets se présentent par exemple sur les outils qui sont fabriqués pour l'estampage à chaud.

Pour le travail en atmosphère oxydante, la surface du métal forme une couche d'oxyde qui se fissure par dilatation thermique et cause une oxydation générale en cycle répétitif.

Les aciers martensitiques alliées à 5-12% de chrome sont très résistants contre l'usure à la fatigue thermique. Les alliages aux carbures de chrome offrent une excellente résistance jusqu'à 600°C.

Pour les températures élevées on peut utiliser des alliages à base de nickel ou de cobalt.

Les principales applications à température élevée sont les cylindres de coulée continue, outils d'estampage à chaud, matrices d'extrusion, pinces, griffes, concasseurs pour produits frittés.

Métal de base

Il y a deux groupes principaux de métaux de base pour le rechargement dur:

- aciers au carbone ou aciers faiblement alliés
- aciers austénitiques au manganèse

Pour distinguer ces matériaux, on peut utiliser un aimant.

Les aciers au carbone ou aciers faiblement alliés sont fortement magnétiques.

Les aciers austénitiques au manganèse ne sont pas magnétiques, mais après écrouissage ces types d'aciers deviennent magnétiques.

Les recommandations pour le soudage de ces types sont vraiment différents.

Parce que la teneur des éléments d'alliage varie dans le groupe des aciers au carbone ou aciers faiblement alliés, un préchauffage et un traitement thermique après soudage sont nécessaires avec un refroidissement lent. Voir aussi les températures de préchauffage, tableau 7, page 116.

Par ailleurs les aciers austénitiques au manganèse doivent être soudés sans préchauffage ou traitement thermique après soudage. La température entre passes doit être la plus basse possible (≤ 200°C), car ces matériaux deviennent fragiles en cas de surchauffe.

Procédés de soudage
Les procédés les plus utilisés pour le rechargement dur sont:

Soudage à l'électrode enrobée, SMAW
Aussi connue comme Manual Metal Arc Welding (MMA)
- couvre le plus grand nombre des métaux d'apport
- n'est pas onéreux
- c'est un procédé universel pour le travail sur chantier et pour toutes les positions

Soudage avec fil fourré, FCAW
- la diversité d'alliage est à peu prés la même que les électrodes enrobées
- taux de dépôt élevé
- peut être utilisé sur chantier (sans gaz)
- pas de protection gazeuse nécessaire ou gaz spéciaux

Soudage à l'arc sous flux, SAW
- gamme des produits limitée
- taux de dépôt élevé - approprié pour de grandes pièces à recharger
- pas d'arc visible, ni projections

Exigences de l'état de surface
L'état attendu de la surface doit être connu avant la sélection du métal d'apport, parce que les alliages pour le rechargement dur vont de l'usinabilité facile jusqu'au non usinable.

Par ailleurs beaucoup de matériaux fortement alliés pour rechargement dur génèrent quelques fissures apparentes. Cela s'explique par la formation de petites fissures dans la soudure diminuant le niveau des contraintes résiduelles de soudage, ces dernières n'altèrant en rien la résistance à l'usure. Les questions suivantes doivent être posées avant la sélection de l'alliage:
- un usinage après le soudage est-il nécessaire ou un meulage est-il suffisant?
- les fissures apparentes sont-elles acceptables?

En règle générale on dit qu'un métal d'apport avec une dureté <40 HRC peut être usiné. Les alliages avec d'une dureté > 40 HRC peuvent être usinés, mais seulement par des outils spéciaux comme des outils au carbure cémenté.

Les fissures apparentes perpendiculaires au plan du rechargement n'altèrent en rien la résistance à l'usure, et ne génèrent pas d'écaillage. Si la pièce est exposée à de forts chocs ou de flexion, la couche de beurrage ductile évite la propagation des fissures vers le métal de base.

Les fissures apparentes augmentent en nombre avec des courants faibles et une vitesse de soudage élevée.

Types des métaux d'apport pour le rechargement

Les métaux d'apport pour le rechargement peuvent être classés dans des groupes specifiques concernant leurs caractéristiques et leur résistance contre l'usure.

Ils sont groupés comme ci-dessous:

Base fer:

- alliages martensitiques
- alliages austénitiques
- alliages riches en carbures

Base non-ferreux:

- alliages à base de cobalt
- alliages à base de nickel

Caractéristiques concernant l'usure:

martensitiques:

Ces types sont utilisés pour la reconstitution et le rechargement:

- bonnes caractéristiques métal sur métal
- bonne résistance contre les chocs
- résistance moderée contre l'abrasion

austénitiques:

- excellente résistance contre les chocs
- bon alliage pour la reconstitution
- résistance moderée contre l'abrasion

riches en carbures:

- excellente résistance contre l'abrasion
- bonne résistance à la chaleur
- résistance moderée à la corrosion
- résistance faible contre les chocs

Base de cobalt ou de nickel

Ces alliages résistent à plusieurs types d'usure; en raison de leur prix ils sont surtout utilisés pour des applications qui demandent des caractéristiques spécifiques. Par exemple, les alliages à base de fer ou riches en carbures ont une faible résistance contre l'usure à températures élevées. Les alliages au nickel sont dans ce cas une meilleure solution.

Classification des métaux d'apport pour le rechargement selon DIN 8555 T1 (1983)

DIN 8555 | E | 8 | UM | 200 | KP

Procédé de soudage

G	soudage au gaz
E	soudage manuel avec électrode enrobée
MF	soudage à l'arc avec fil fourré
TIG	soudage TIG
MSG	soudage à l'arc sous protection gazeuse
UP	soudage à l'arc sous flux

TECHNIQUE DE FABRICATION

GW	laminé
GO	moulé
GZ	tréfilé
GS	fritté
GF	fourré
UM	enrobé

Groupe d'alllages — Métal d'apport ou type de metal deposé

1	Non allié jusqu'à 0,4% ou faiblement allié à 0,4% C et maximum 5% d'éléments d'alliage de Cr, Mn, Mo et Ni en teneur globale
2	Non allié avec C > à 4% ou faiblement allié, plus de 0,4% C et maximum 5% éléments d'alliage de Cr, Mn, Mo et Ni en teneur globale
3	Alliages, caractéristiques des aciers pour le travail à chaud
4	Alliages, caractéristiques des aciers ultra-rapide
5	Alliages, plus de 5% Cr, teneur faible de C 0,2%
6	Alliages, plus de 5% Cr, teneur plus élevée de C (0,2 au 2,0%)
7	Mn-austénite avec 11 à 18% Mn, plus de 0,5% C et maximum 3% Ni
8	Cr-Ni-Mn austénite
9	Aciers Cr-Ni (résistant à la corrosion, acide et chaleur)
10	Haute teneur de C et Cr, sans addition de matières qui forment des carbures
20	Base de Co, allié par Cr et W, avec ou sans Ni et Mo
21	Base de carbures (fritté, moulé ou fourré)
22	Base de Ni, allié avec Cr, allié avec Cr-B
23	Base de Ni, allié avec Mo avec ou sans Cr
30	Base de Cu, allié avec Sn
31	Base de Cu, allié avec Al
32	Base de Cu, allié avec Ni

Dureté	Fouchette de dureté		
150	125≤	HB	≤175
200	175≤	HB	≤225
250	225≤	HB	≤275
300	275≤	HB	≤325
350	325≤	HB	≤375
400	375≤	HB	≤450
40	37≤	HRC	≤42
45	42≤	HRC	≤47
50	47≤	HRC	≤52
55	52≤	HRC	≤57
60	57≤	HRC	≤62
65	62≤	HRC	≤67
70		HRC	>67

Caractéristiques du métal déposé

C	= résistant à la corrosion
G	= résistant à l'abrasion
K	= écroui
N	= non-magnétisable
P	= résistant aux chocs
R	= résistant à la rouille
S	= coupable (par les aciers ultra-rapide etc.)
T	= résistant aux températures tres élevées, p. e. pour l'acier à outil de travail à chaud
Z	= résistant au fluage à chaud (résistant à écaillage), ex pour températures au-dessus 600°C

ESAB produits de rechargement dur

Les matériaux sont groupés par classes concernant leurs caractéristiques et leurs utilisations pour l'usure spécifique.

Type d'usure	Type d'alliage	Produit	DIN 8555
Métal sur métal	Faiblement allié faible carbone alliage de reconstitution	OK 83.27	E1-UM-350
		OK 83.28	E1-UM-300
		OK 83.29	E1-UM-300
		OK 83.30	E1-UM-300
		OK Tubrodur 15.39	MF1-300
		OK Tubrodur 15.40*	MF1-300
		OK Tubrodur 15.41	MF1-350
		OK Tubrodur 15.42*	MF1-400
		OK Tubrodur 15.43	MF1-350
		OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P
Métal sur métal corrosion	13% de chrome martensitique	OK 84.42	E5-UM-45-R
		OK 84.52	E6-UM-55-R
		OK Tubrodur 15.73*	MF5-46-RTZ
		OK Autrod 13.91	MSG6-GZC-60G
Choc	14% manganèse	OK 86.08	E7-UM-200-KP
		OK 86.20	E7-UM-200-KP
		OK 86.28	E7-UM-200-KP
		OK 86.30	E7-UM-200-KP
		OK Tubrodur 15.60	MF7-250-KNP
		OK Tubrodur 15.65*	MF7-250-GKNPR
Abrasion + pression	Carbures complexes	OK 84.84	
		OK Tubrodur 15.80	
Abrasion minérale avec fines particules	Carbures de chrome	OK 84.78	E10-UM-60GZ
		OK 84.80	
		OK Tubrodur 14.70	MF10-55-GPTZ
		OK Tubrodur 15.81	MF6-50-G
		OK Tubrodur 15.82	MF10-65-GTZ
Abrasion + choc	Faiblement allié fortement allié martensitique	OK 83.50	E6-UM-55-G
		OK 83.53	E6-UM-60
		OK 83.65	E4-UM-60-GZ
		OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP
		OK Tubrodur 15.52*	MF6-55-GP
	10% de chrome haute teneur en carbone, martensitique	OK 84.58	E6-UM-55-G
Chaleur, oxydation, corrosion	Acier d'outil	OK 85.58	E3-UM-50-ST
		OK 85.65	E4-UM-60-ST
		OK 92.35	E23-200-CKT
		OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST
	Alliages de cobalt	OK 93.01	E20-55-CTZ
		OK 93.06	E20-40-CTZ
		OK 93.07	E20-300-CTZ
		OK 93.12	E20-50-CTZ
		OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ

*= disponible pour le soudage à l'arc sous flux

Guide rapide - Sélection des métaux d'apport

FAIBLE ← RÉSISTANCE A L'ABRASION → HAUTE

OK 86.08*
OK 86.20*
OK 86.28*
OK 86.30*
OK Tubrodur 15.60*
OK Tubrodur 15.65*

30-50 HRC	> 50 HRC
OK 83.28	OK 83.50
OK 83.29	OK 83.65
OK 83.30	OK 84.58
OK Autrod 13.89	OK Tubrodur 15.52
OK Tubrodur 15.43	OK Autrod 13.90
OK Tubrodur 15.40	OK Autrod 13.91
OK Tubrodur 15.42	

OK 84.84
OK Tubrodur 15.80
OK Tubrodur 15.81

OK 84.42
OK 84.52
OK Tubrodur 15.73

OK 84.78
OK 84.80
OK Tubrodur 14.70

OK 67.45*
OK 67.52*
OK Tubrodur 14.71*
OK 68.81*
OK 68.82*
OK Autrod 16.75
OK Autrod 16.95*

OK 85.65*

FAIBLE

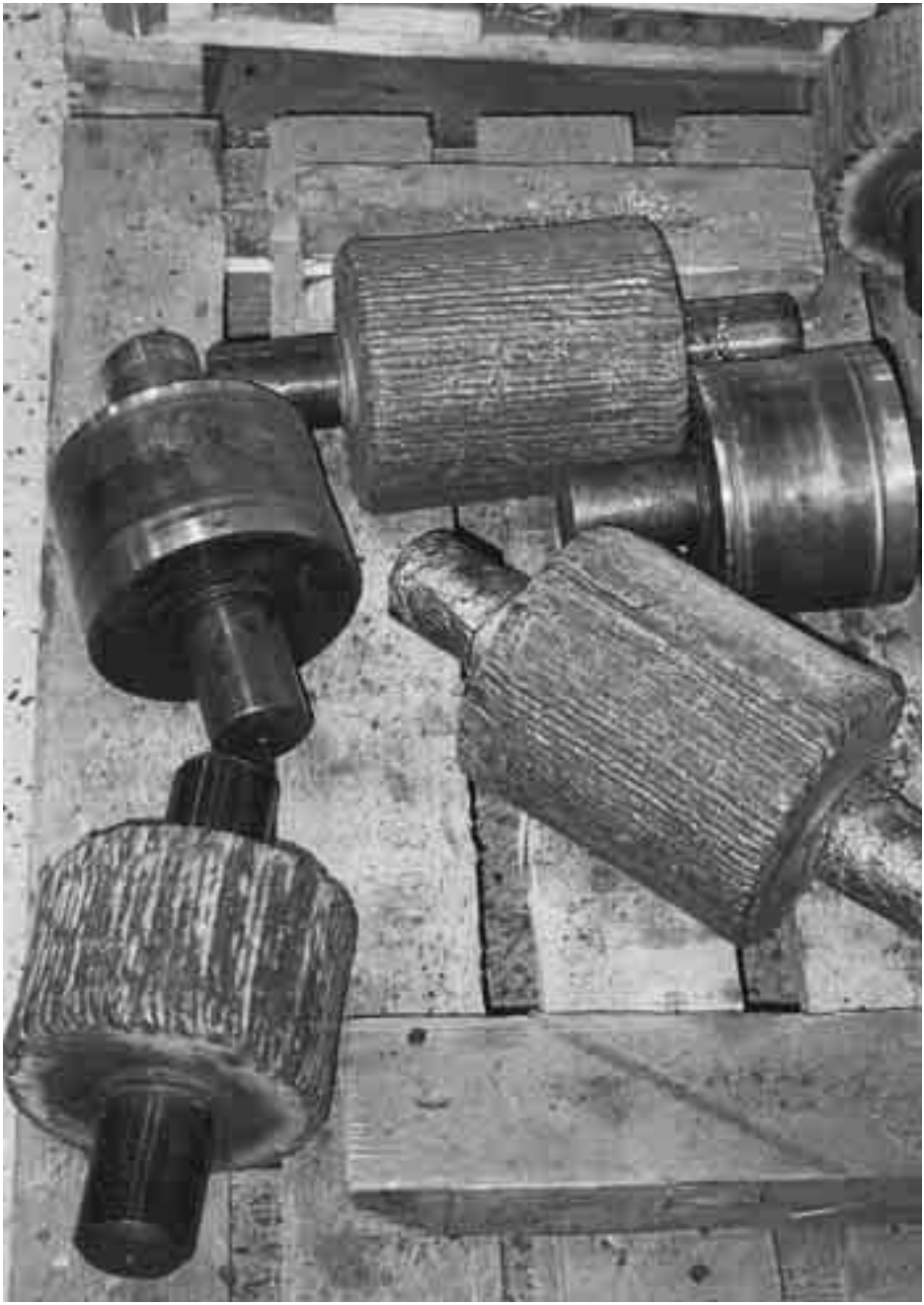
RÉSISTANCE A LA CHALEUR ET A LA CORROSION

HAUTE

Base de Ni*		Base de Co	
OK 92.26*	OK 92.35*		OK 93.01
OK Autrod 19.85*	OK Autrod 19.82	OK Tubrodur 15.86	OK 93.12
			OK 93.06

* = résistance à l'abrasion améliorée après écrouissage

HAUTE ← RÉSISTANCE AUX CHOCS → FAIBLE



Rechargement de support de cylindres avec OK 84.52 et OK 93.06.

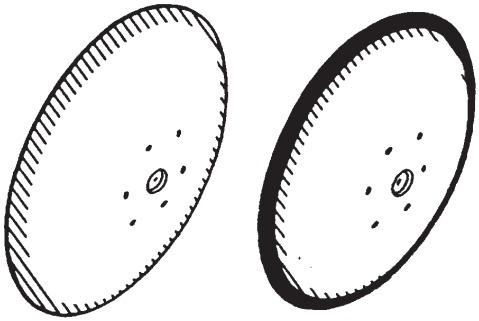
Rechargement dur avec OK 84.58

Rechargement dur d'un excavateur avec OK 84.84 - sous-couches avec OK 83.28

Exemples illustrés
Index d'applications

	Page
Outils agricoles - disques	46
Outils agricoles - socs de charrue	47
Réparation de fonte d'aluminium	48
Pales de malaxeur à bitume	49
Pales et couteaux de mélangeurs à briques et ciment	50
Acier moulé - préparation des criques, cratères etc.	51
Outils de coupe - lames à cisailler à froid	52
Outils de coupe - lames cisailler à chaud	53
Estampes de coupe, estampage et poinçonnage	54
Cône à concasseur	55
Poulie de grue	56
Marteaux broyeurs	57
Lames de dragline	58
Godets de drague	59
Trépans de forage	60
Blocs de moteur - fonte	61
Vis d'extrusion pour plastique et caoutchouc	62
Vis sans fin transporteuses presses à briques	63
Gougeage - coupage - perçage	64
Pinces pour les températures élevées	65
Fonte grise - défauts dans la fonte	66
Marteaux	67
Galets-tendeurs - roulettes de support	68
Supports de machines fonte grise	69
Outils d'estampage et poinçonnage métallique	70
Fraises pour l'acier et métaux	71
Mélangeurs	72
Tarières	73
Rails - assemblage	74
Rails - réparation des rails – rechargement de surface	75
Dents de rippers pour revêtements en asphalte	76
Cylindres de concassage	77
Lames de scrapers	78
Arbres	79
Dents d'excavateur, type d'usure: chocs	80
Dents d'excavateur, type d'usure: abrasion - érosion due au sable	81
Dents neuves d'excavateur	82
Supports de dents	83
Patins de chenille	84
Galets de roulement	85
Sièges, de soupape	86
Roues supports et bandages	87
Fils et flux pour rechargement	88
Roues Pelton et Francis	89
Galets pour fabrication des laines minérales	90
Rouleaux de coulée continue	91

Outils agricoles- disques



Recommandations de soudage

Le rechargement dur est effectué du côté concave du disque et la rectification du profil du côté convexe si nécessaire.

Les disques peuvent être fabriqués en acier apte au traitement thermique et au revenu, pour cela on recommande un préchauffage vers 350 à 400°C. Le côté convexe du disque doit être meulé et rechargé avec OK 84.78, OK 83.50, OK 83.65, ou OK 83.53, à 20–30 mm du bord. Commencer au bord et balayer vers l'intérieur.

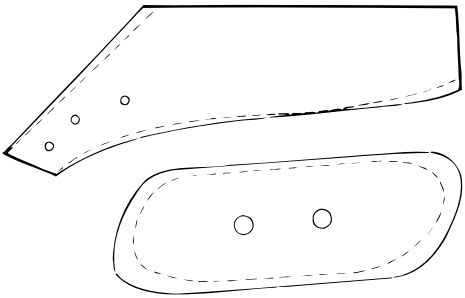
Les passes doivent être les plus minces et aussi lisses que possible. Refroidissement lent.

Métaux d'apport

OK 84.78 pour des conditions sèches - humides
OK 84.58 pour des conditions sèches - humides
OK 83.53 pour des conditions sèches - humides
OK 83.65 pour des conditions sèches
OK 83.50 pour des conditions sèches

Outils agricoles – socs de charrue

Soc de charrue



soc

Recommandations de soudage

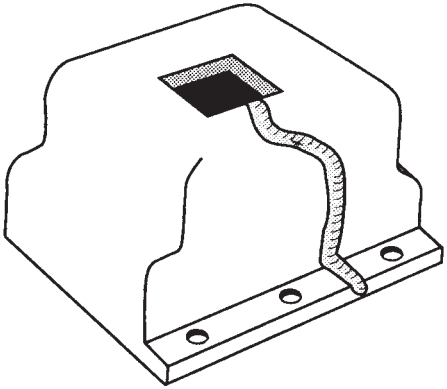
Les socs de charrue s'usent principalement dans les parties indiquées sur les schémas.

L'expérience montre qu'il y a une grande différence d'usure suivant le type du sol, ce qui fait que l'usure n'est pas la même lorsque le sol est sec ou humide. Pour cela il est judicieux de choisir le meilleur type de métal d'apport pour le rechargement.

Métaux d'apport

OK 84.78 pour des conditions sèches - humides
OK 84.58 pour des conditions sèches - humides
OK 83.53 pour des conditions sèches - humides
OK 83.65 pour des conditions sèches
OK 83.50 pour des conditions sèches

Réparation de la fonte d'aluminium



Recommandations de soudage

On doit meuler la partie endommagée jusqu'à obtenir une surface lisse et propre.

S'assurer que les électrodes sont séches.

Le préchauffage des grandes pièces simplifie le soudage et l'on peut utiliser des courants plus faibles.

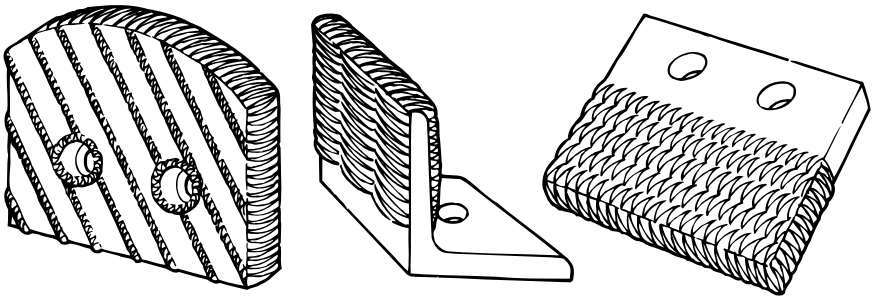
Les pièces compliquées et de forte section doivent être préchauffées à 100-150°C.

Soudage avec OK 96.50. Utiliser des passes étroites, et si possible, souder le joint en une passe. Si le soudage à passes multiples est nécessaire, enlever minutieusement le laitier entre chaque passe.

Métaux d'apport

OK 96.50
OK Autrod 18.05

Pales de malaxeur de bitume



Recommandations de soudage

Avant le soudage gouger entièrement la matiére usée avec OK 21.03 ou bien meuler la. Les bords usés sont rechargés avec les électrodes anti-usure OK 84.84, OK 84.78 ou bien avec les fils fourrés 14.70 ou 15.80.

On obtient la dureté maximale dès la premiere passe avec OK 84.84 et OK Tubrodur 15.80. Ne jamais déposer plus de 2 passes l'une sur l'autre avec ce métal d'apport. OK 84.84 doit être déposée de préférence par quadrillages ou par points. Les autres parties peuvent être rechargées sur la surface entière pour garantir une protection contre l'abrasion.

OK 84.78 et OK Tubrodur 14.70 peuvent donner des fissures apparentes, mais sans incidence pour la résistance à l'usure.

Pour le maintien du bain de fusion pendant la reconstitution des arêtes et des angles, on utilisera des supports en cuivre.

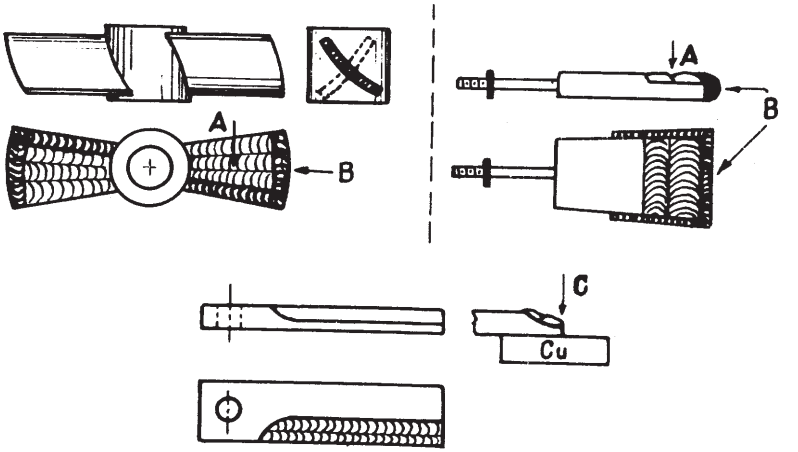
Le métal déposé est seulement usinable par meulage.

Métaux d'apport

Gougeage
OK 21.03

Rechargement dur
OK 84.84
OK Tubrodur 15.80
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Pales et couteaux de mélangeurs à briques à ciment



Recommandations de soudage

Meuler tous les matériaux usés ou le métal déposé antérieurement.

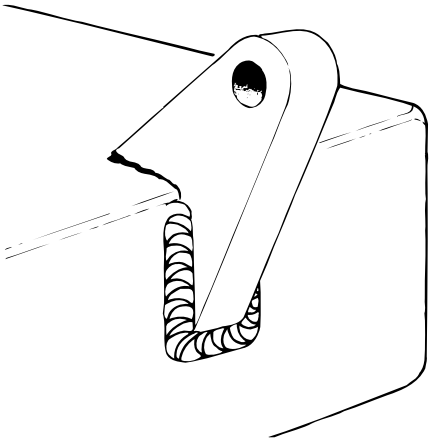
Si les bords ou les arêtes sont trop minces, on peut utiliser un support en cuivre (C) pour supporter le bain de fusion. Si nécessaire on peut meuler légèrement la dernière passe.

Ces pièces sont rechargées avec:
OK 84.78 ou OK Tubrodur 14.70 (A)
OK 84.84 ou OK Tubrodur 15.80 est seulement déposée sur les bords ou arêtes avec la technique des passes étroites (B).

Metaux d'apport

OK 84.78
OK 84.84
OK Tubrodur 14.70
OK Tubrodur 15.80

Acier moulé – réparation des fissures, trous etc.



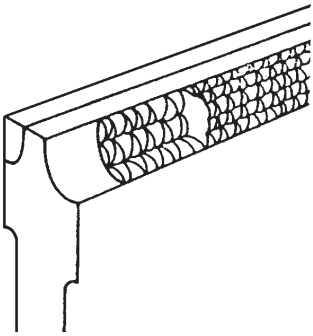
Recommandations de soudage

Les fissures, trous et les autres défauts de soudure sont gougés avec OK 21.03 si possible des deux côtés, pour obtenir une préparation de joint en U ou X. On doit vérifier minutieusement les zones environnantes, et les bords doivent être arrondis pour éviter la propagation des fissures. On peut utiliser OK 68.82 sans préchauffage. Mais en cas d'épaisseur plus élevée un préchauffage peut être nécessaire. Souder alternativement les deux faces pour compenser les contraintes.

Métaux d'apport

OK 68.82
OK Autrod 16.75

Outils pour le coupage – lames à cisailler à froid



Recommandations de soudage

Les lames à cisailler sont fabriquées en acier allié et trempé. Le rechargement doit être effectué par un métal déposé de dureté correspondante.

- Les lames usées sont préparées comme ci-dessus. Dans la partie du soudage arrondir tous les bords aigus.
- Préchauffage à environ 200-300°C, suivant le métal de base
- Soudage avec OK 85.65
- Laisser refroidir lentement dans une matière isolante

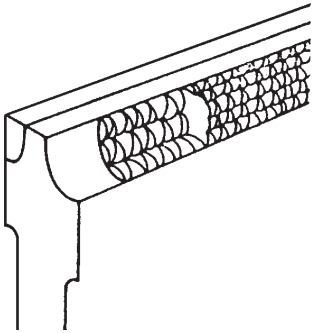
Les lames de cisailles neuves peuvent être fabriquées dans un acier moins cher avec un rechargement dur sur les bords ou arêtes.

La dureté du métal déposé de OK 85.65 est de 60 HRC. Mais on peut effectuer un double traitement thermique pour le métal déposé, vers 550°C pendant 1 heure pour augmenter la dureté aux environs de 65 HRC.

Métal d'apport

OK 85.65

Outils pour le coupage – lames à cisailler à chaud



Recommandations de soudage

Normalement les lames à cisailler à chaud sont fabriquées en acier traité thérmiquement.

Les lames usées doivent être préparées pour le soudage comme montré ci-dessus.

Tous les bords aigus doivent être arrondis avant le soudage.

On recommande un préchauffage à 200-300°C, ainsi que la réalisation d'une passe en sous-couche avec OK 68.82, avant le rechargement dur par l'alliage base cobalt OK 93.06 ou par l'alliage de base nickel OK 92.35. On peut aussi utiliser OK 85.58 avec son métal déposé «ultra-rapide».

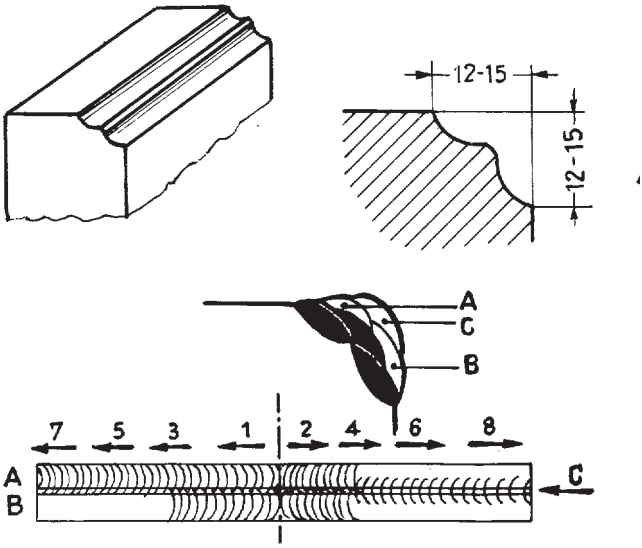
Après le soudage, on doit laisser refroidir la pièce dans une matière isolante. Usiner les bords de coupe par meulage.

Métaux d'apport

Sous-couches
OK 68.82

Rechargement dur
OK 93.06
OK 92.35
OK 85.58

Outils pour coupage, estampage et poinçonnage



Recommandations de soudage

La préparation du chanfrein est comme indiquée ci-dessus sur le croquis.

Préchauffage à environ 200-250°C, suivant la teneur en carbone du métal de base.

Ensuite déposer une passe en sous-couche approximativement de 4 mm avec OK 68.82.

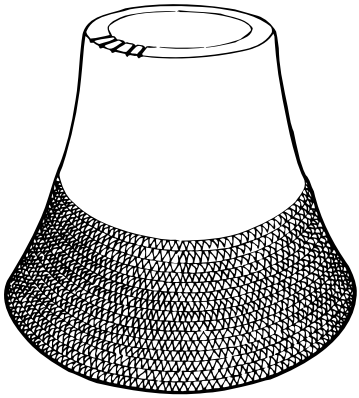
Recharger avec OK 93.06 en 3 passes au maximum.

Métaux d'apport

Passe en sous-couches
OK 68.82

Rechargement dur
OK 93.06 conditions de service à chaud et à froid
OK 85.58 conditions de service à froid
OK 84.52 conditions de service à froid

Cônes de concasseurs



Recommandations de soudage

Les cônes de concasseurs sont normalement fabriqués en acier austénitique au manganèse à 14% (non-magnétique) et soudés froid. On doit éviter des températures supérieures à 150-200°C de la pièce pendant le soudage.

Etant donné les dimensions et l'épaisseur du cône, la dissipation de la chaleur évite normalement une montée en température trop grande dans la partie du soudage.

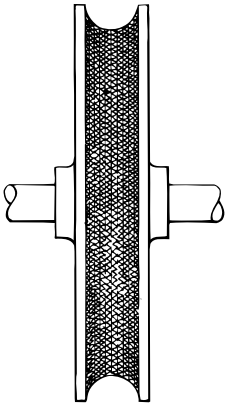
Pour la reconstitution on utilisera OK 67.45 ou OK Tubrodur 14.71. Pour le rechargement dur OK 84.58 ou OK Tubrodur 15.80 sont appliqués.

Métaux d'apport

Passe en sous-couches
OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71

Rechargement dur
OK 84.58
OK Tubrodur 15.80

Poulies de grues



Recommandations de soudage

La plupart des poulies de grue sont fabriquées en acier fortement allié au carbone. Pour cela il est nécessaire de préchauffer à 200-300°C et ensuite de procéder à un refroidissement lent. Si possible le soudage automatique ou semi-automatique doit être utilisé, la roue étant positionnée dans un mécanisme rotatif.

L'usure étant provoquée par frottement métal sur métal, on recommande un métal déposé tenace avec une dureté de 30-35 HRC.

Métaux d'apport

OK 83.28, OK 83.29
OK Tubrodur 15.40
OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71

Marteaux broyeurs

Recommandations de soudage

Les marteaux-broyeurs sont fabriqués en acier moulé faiblement allié (magnétique) ou en acier austénitique au manganèse (non-magnétique). Pour éviter que le marteau ne casse lui même, on doit déposer une passe tenace en sous-couches avant le rechargement en acier faiblement allié.

Pour cela, on peut déposer une passe de OK 67.45, OK 68.81, OK 68.82 ou OK Tubrodur 14.71.

Le rechargement peut ensuite être effectué en une ou deux passes avec les metaux d'apport ci-dessous.

Reconstituer les aciers austénitiques au manganèse avec OK 86.28 et ensuite faire le rechargement comme sur les aciers faiblement allies.

Métaux d'apport

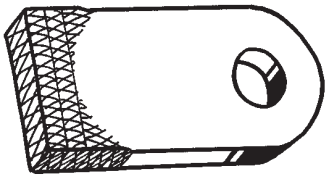
Marteaux en acier allié moulé

Sous-couches

OK 68.81, OK 68.82
OK Autrod 16.75
ou
OK 67.45
OK Tubrodur 14.71

Rechargement dur

Choc + abrasion
OK 83.50
OK 83.53
OK Autrod 13.91
OK Tubrodur 15.52

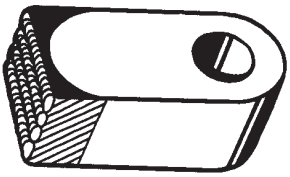


Abrasion + choc faible
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

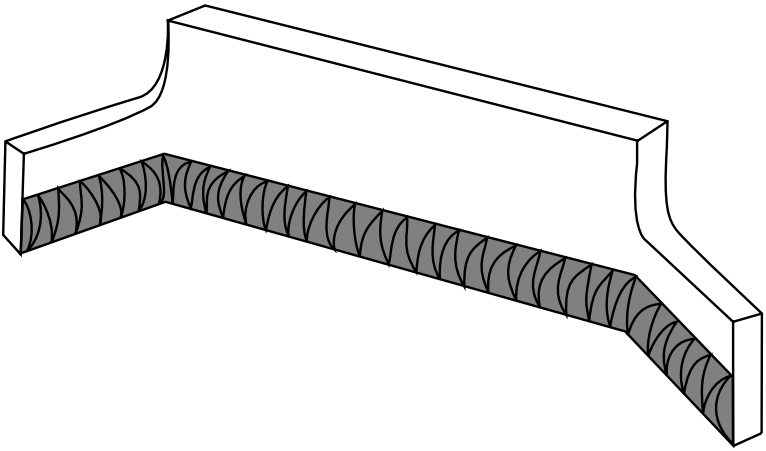
Marteaux-broyeurs en acier austénitique au manganèse

Passes de reconstitution

OK 86.28
OK Tubrodur 15.60 ou Tubrodur 15.65
Rechargement dur comme pour les marteaux-broyeurs en acier moulé



Lames de scrapers



Recommandations de soudage

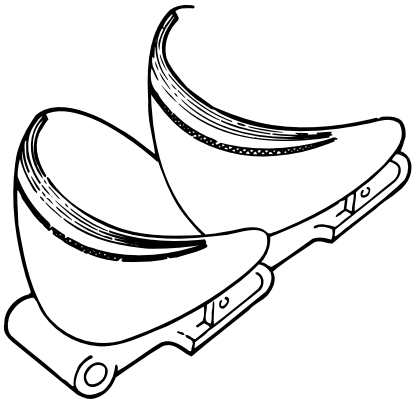
Les bords de guidage et chaque face de la lame sont rechargés. Pour améliorer la capacité de rendement et la durée de vie, les lames doivent être rechargées avant leur utilisation.

Métaux d'apport

Usure abrasive extrême
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70
OK Autrod 13.91

Usure abrasive moyenne
OK 83.50, OK 83.65
OK Tubrodur 15.52
OK Autrod 13.90

Godets de dragues



Recommandations de soudage

Les godets de dragues en acier austénitique au manganèse et spécialement leurs lèvres sont soumis à l'usure abrasive.

Avant l'usage des godets de dragues neufs, on doit les recharger pour améliorer leur durée de vie et leur efficacité.

Les godets de dragues doivent être réparés avant d'attendre l'usure extrême. Les lèvres usées peuvent être remplacées par une bande rapportée et soudée avec OK 67.52. Les lèvres doivent être rechargées des deux côtés.

Les lèvres neuves peuvent être soudées sur le godet avec OK 68.81, OK 68.82 ou OK Tubrodur 14.71. Un rechargement dur préventif des lèvres est effectué avec OK 84.78 ou OK Tubrodur 14.70. Pour reconstituer les lèvres, OK 67.45 ou OK Tubrodur 14.71 sont les produits appropriés. Pour le rechargement dur, OK 84.78, OK Tubrodur 14.70 ou OK Tubrodur 15.80 sont utilisés.

Métaux d'apport

Assemblage
OK 68.81 OK 68.82
Tubrodur 14.71

Reconstitution ou sous-couches
OK 67.45 OK 67.52
OK Tubrodur 14.71

Rechargement
Abrasion + choc + pression
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70
OK Tubrodur 15.80

Trépans de forage

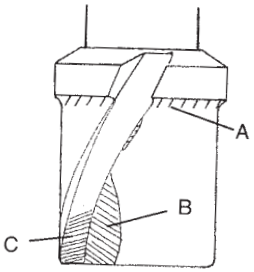


Fig. 1

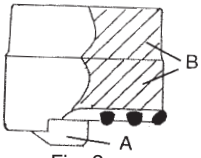


Fig. 2

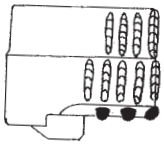


Fig. 3

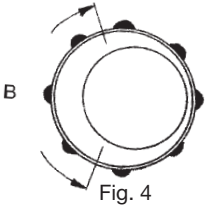


Fig. 4

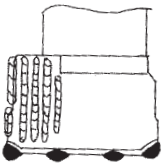


Fig. 5

Recommandations de soudage

Le guidage

L'usure se présente normalement sur les parties indiquées, figure 1:

- dans la partie inférieure du 'flanc à choc' (A)
- dans la partie inférieure de la surface cylindrique (B)
- dans le canal du transport pour le matériel d'extraction (C)

Le soudage est effectué avec OK 83.28.

L'alésoir

L'usure se présente sur les parties indiquées, figure 2:

- à l'arrêt de la tête (A)
- sur la face extérieure du cylindre (B)

L'arrêt doit être réparé si la surface est usée sur une profondeur d'environ 4 mm. OK 83.28 est utilisée pour la reconstitution avant le rechargement dur avec OK 84.84.

OK 84.84 est utilisée en position verticale descendante. Si possible, l'alésoir doit être positionné à 45°. On soude par des passes tirées parallèles avec un écartement des passes de 2 mm. Elles ne doivent pas se toucher entre elles, figure 3.

La couronne pilote

L'usure se présente sur les parties indiquées, figure 4 et 5:

- dans la rainure à l'arrêt de la tête (A)
- sur les parties extérieures de la face extérieure du cylindre (B)

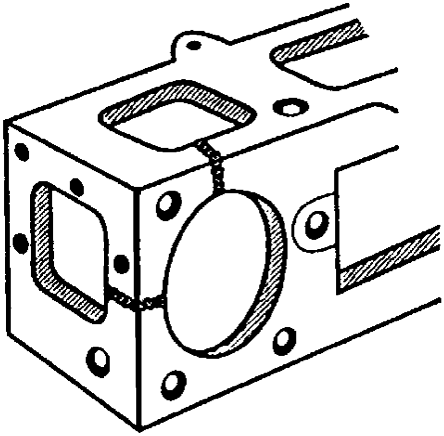
La rainure doit être réparée si la surface est usée sur une profondeur d'environ 4 mm. Utiliser l'électrode OK 83.28. La surface est réparée de la même manière que l'alésoir.

Métaux d'apport

Rechargement dur

OK 83.28, OK 83.53 ou OK 84.84

Bloc de moteur en fonte



Recommandations de soudage

Le soudage est effectué à froid sans préchauffage.

- Soudez avec des passes courtes, 25 mm au maximum, suivant l'épaisseur
- Martelez la soudure avec un marteau à bout arrondi immédiatement après chaque passe.
- Ne chauffez pas la zone environnante de la soudure plus fort que ne peut endurer votre la main.
- Refroidissez la zone environnante de la soudure par air comprimé.
- Utilisez le plus petit diamètre d'électrode avec un faible courant.
- Soudez en direction des bords du matériau du plus mince au plus épais
- Utilisez des passes tirées sans balayage
- Percez un trou aux deux extrémités de la fissure pour arrêter sa propagation.

Une préparation en U est conseillée, on peut l'effectuer en gougeant la fissure avec OK 21.03.

Le gougeage avec OK 21.03 est vraiment conseillé car cela permet d'éliminer l'huile et le graphite.

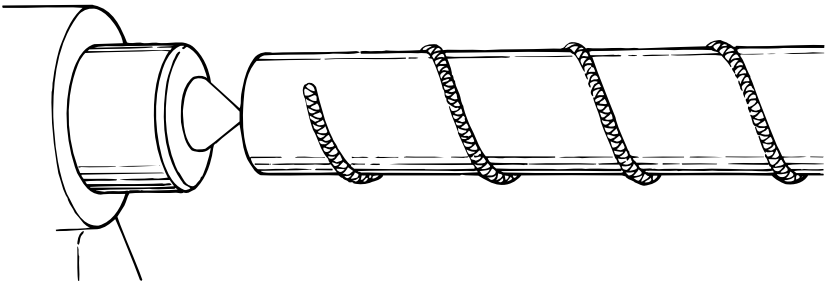
Si possible on doit positionner le bloc afin de pouvoir le souder à plat.

Métaux d'apport

Gougeage
OK 21.03

Réparation des fissures
OK 92.18
OK 92.60

Vis d'extrusion pour plastique et caoutchouc



Recommandations de soudage

Avant le soudage, la surface doit être nettoyée minutieusement. La vis d'extrusion, qui est positionnée dans un vireur, doit être préchauffée à 100-200°C si l'épaisseur est suppérieure à 10 mm. On peut effectuer le soudage avec OK 93.06 (base de cobalt), OK Tubrodur 15.86 ou OK 92.35 (base de nickel).

Ensuite laisser refroidir lentement dans une matière isolante et meuler à la dimension souhaitée.

Métaux d'apport

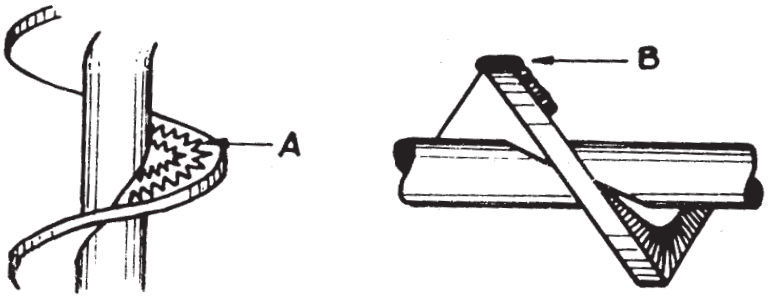
OK 93.06

Cette électrode est plus dure que OK 92.35 mais moins résistante contre les variations de température. Usinage: Outils au carbure cémenté

OK 92.35

Cette électrode est moins dure que OK 93.06 mais offre une meilleure résistance aux variations de température.
Usinage: bon

Vis sans fin tranporteuses pour presse à briques



Recommandations de soudage

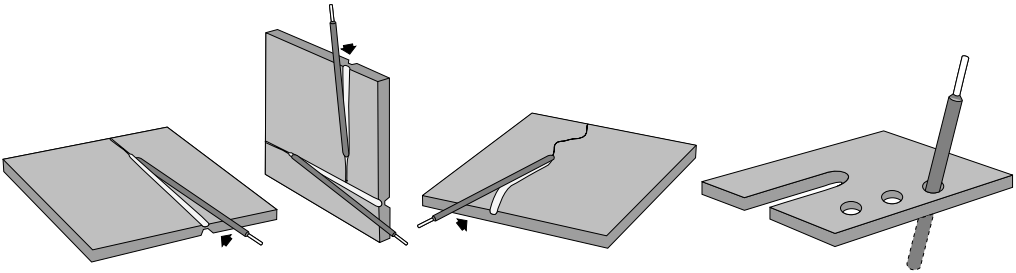
OK 84.84 est déposée par des passes étroites dans la périphérie de la vis (B).

Pour la face de la compression (A) on recommande OK 84.78, OK Tubrodur 14.70 ou OK Tubrodur 15.80 mais par des passes balayees pour recharger toute la surface.

Métaux d'apport

OK 84.84
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70
OK Tubrodur 15.80

Gougeage – coupage – perçage



Recommandations d'emploi

OK 21.03 est une électrode enrobée pour le gougeage, coupage et préparation des bords d'acier, d'acier inoxydable, fonte, acier austénitique au manganèse et métaux non-ferreux comme aluminium et alliages de cuivre.

L'électrode est utilisée avec des transformateurs ou des redresseurs usuels et l'air comprimé avec porte-électrode spécial ne sont pas nécessaires. Vous trouverez les paramètres recommandés sur l'emballage.

On obtient une coupe régulière et lisse et le soudage peut s'effectuer sans autres opérations; toutefois, lors du gougeage de l'acier inoxydable un léger meulage est conseillé.

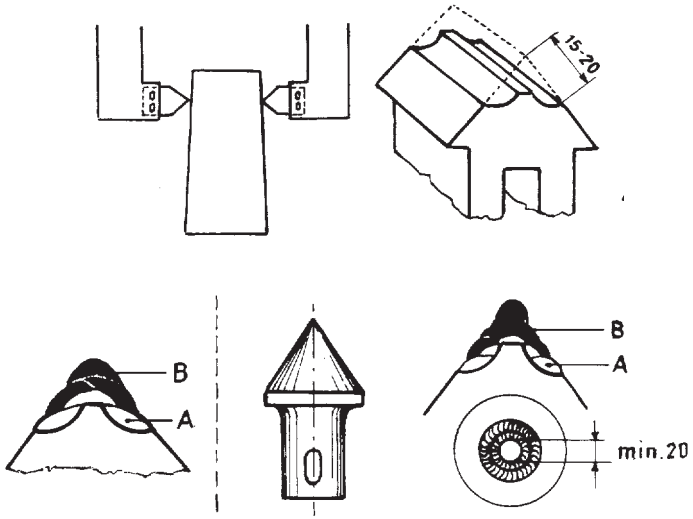
L'arc est amorcé de la même façon que les électrodes de soudage et poussé en avant dans un angle de 5-15°, comparable à un mouvement de scie. Pour des coupes plus profondes la procédure est répétée.

OK 21.03 est appropriée pour chaques positions excepte en verticale montante.

Métal d'apport

OK 21.03

Pinces pour les températures élevées



Recommandations de soudage

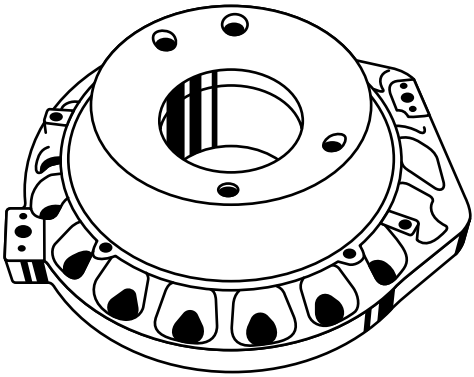
Les bords doivent être préparés comme présentés sur le schéma. L'acier faiblement allié doit être préchauffé à 150-200°C. Une passe en sous-couches (A) est réalisée avec OK 93.07. Le rechargement dur (B) est effectué avec OK 93.06. Si un rechargement plus important est nécessaire, OK 93.07 peut être déposée comme passe intermédiaire.

Métaux d'apport

Passe pour sous-couches
OK 93.07

Rechargement dur
OK 93.06

Fonte grise – défauts de fonderie



Recommandations de soudage

La croûte de moulage ou les inclusions de sable doivent être éliminées avec OK 21.03.

Avant le soudage tous les bords doivent être arrondis.

Soudez avec OK 92.18. Pour les petites cavités, on préférera des électrodes avec un diamètre de 2,5 ou 3,2 mm.

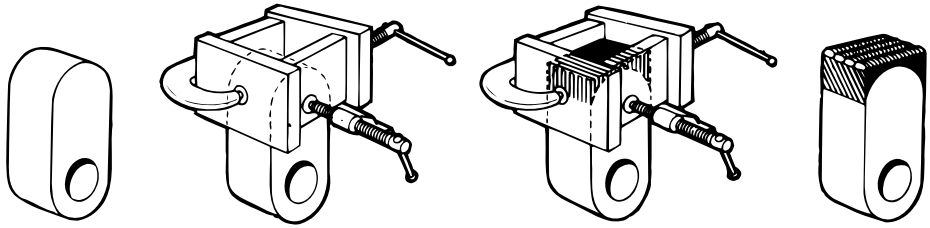
Souder en direction des bords extérieurs, éviter le balayage. Déposer seulement des passes courtes. Si possible, martelez la soudure immédiatement après le soudage avec un marteau à bout arrondi.

Métaux d'apport

Gougeage
OK 21.03

Réparation
OK 92.18

Marteaux



Recommandations de soudage

Normalement les marteaux pour les broyeurs à battoir sont fabriqués en acier austénitique au manganèse, quelquefois en acier moulé. Pour améliorer leur durée de vie, les marteaux neufs doivent être rechargés dur avant leur utilisation.

Les marteaux usés doivent être souvent reconstitués avant le rechargement dur. Les alliages de reconstitution sont OK 83.28 pour l'acier moulé et OK 67.45 ou OK 68.81 pour l'acier austénitique au manganèse. Pour le soudage semi-automatique, OK Tubrodur 15.40 pour l'acier moulé et OK Tubrodur 14.71 pour l'acier austénitique au manganèse peuvent être utilisés.

Dans le cas d'une forte charge de broyage, le métal deposé tenace de OK 84.58 ou OK Tubrodur 15.52 offrent la meilleure résistance. Pour le broyage de fine granulométrie, le métal très dur de OK 84.78 ou OK Tubrodur 14.70 est parfaitement approprié.

Pour soutenir le métal en fusion et conserver une forme correcte on utilisera des patins en cuivre.

Métaux d'apport

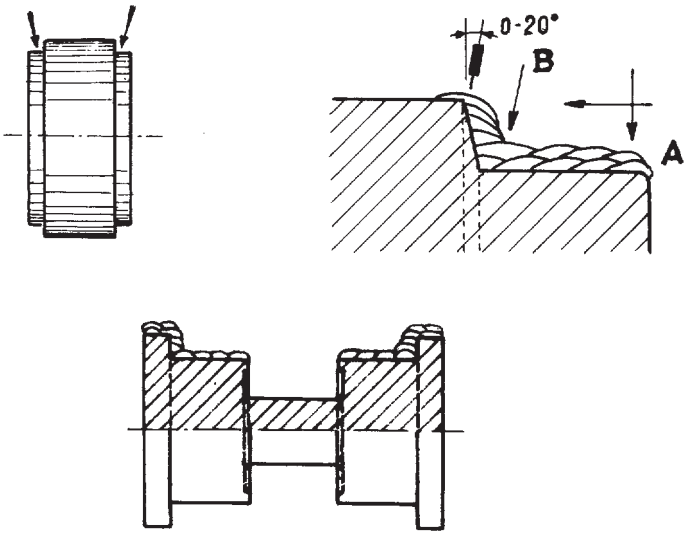
Reconstitution - acier moulé
OK 83.28
OK Tubrodur 15.40

Reconstitution - acier austénitique en manganèse
OK 67.45
OK Tubrodur 14.71

Rechargement dur
Usage abrasif
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Abrasion + choc
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52
OK Tubrodur 15.80

Galets-tendeurs – roulettes de support



Recommandations de soudage

Pour réparer ces pièces, on doit utiliser le procédé de soudage sous flux ou le procédé de soudage à l'arc au fil fourré.

1 à 3 passes sont d'abord déposées (A), suivies de la passe (B), comme indiqué sur le schéma.

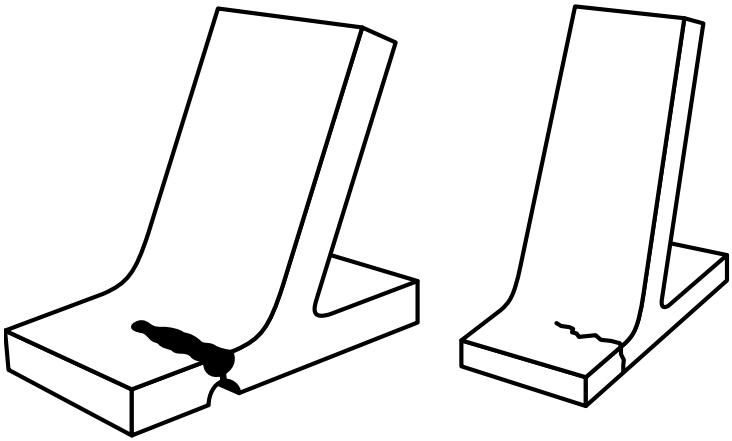
Dans le cas d'utilisation de fil fourré, la soudure peut être déposée par des passes balayées.

Si l'électrode enrobée est utilisée, on peut souder transversalement (B).

Métaux d'apport

OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71
OK Tubrodur 15.40/CO_2
OK Tubrodur 15.43 sans gaz
OK 83.28
OK Autrod 13.89/CO_2

Supports de machines – réparation de fonte grise



Recommandations de soudage

Eliminez les fissures par un gougeage avec OK 21.03.

Préparez un joint en U ou en double U.

Si possible, on doit éviter la propagation d'une fissure par deux trous percés aux extremités de celle-ci.

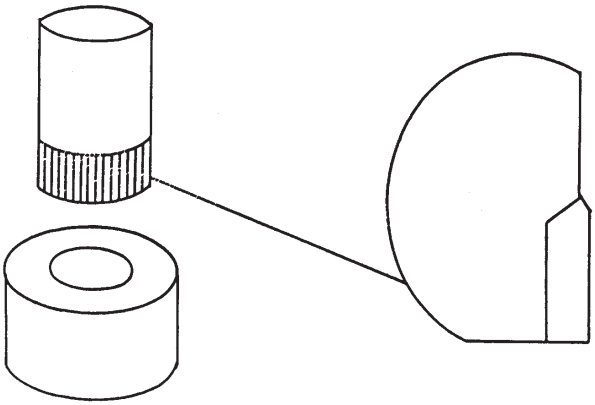
Pour une plus forte résistance mécanique, utilisez OK 92.60 ou OK Tubrodur 15.66. Souder par cordons courts avec des électrodes de 2,5 ou 3,2 mm. Il est recommandé de marteler les cordons avec un marteau à bout arrondi immédiatement après le soudage pour éviter la fissuration adjacente en raison du retrait de la soudure lors du refroidissement.

Métaux d'apport

Gougeage
OK 21.03

Réparation des fissures
OK 92.60
OK Tubrodur 15.66

Outils d'estampage en acier faiblement allié



Recommandations de soudage

Enlever par usinage le métal usagé sur une profondeur suffisante pour que le dépot de rechargement ne soit pas éliminé par l'usinage ultérieur.

Avant préchauffage et soudage arrondir tous les bords.

Suivant la taille de la pièce, préchauffer à 150-200°C et réaliser une sous-couche avec OK 68.82 pour absorber les contraintes de soudage.

Déposez 2 ou 3 passes avec l 'électrode d' acier “ultra-rapide” OK 85.65, suivant la hauteur du rechargement. Le métal déposé a une dureté d'environ 60 HRC. Laisser refroidir lentement à l'abri des courants d'air puis procéder à l'usinage par meulage pour obtenir les dimensions correctes.

Métaux d'apport

OK 85.65

Fraises coupantes pour aciers et métaux

Recommandations de soudage

Meuler les bords endommagés et préchauffer la pièce à 350-500°C, suivant sa dimension. Si possible, déposer une passe avec OK 68.82 et la marteler à chaud.

Déposez des passes étroites et courtes avec OK 85.65 et les marteler lorsqu'elles sont encore rouges. Proceder à la reconstitution suffisante de façon à permettre l'affûtage à la dimension prévue. Pendant le soudage, la température ne doit pas être inférieure à la température de préchauffage, ensuite laisser la fraise se refroidir lentement dans une matiére isolante.

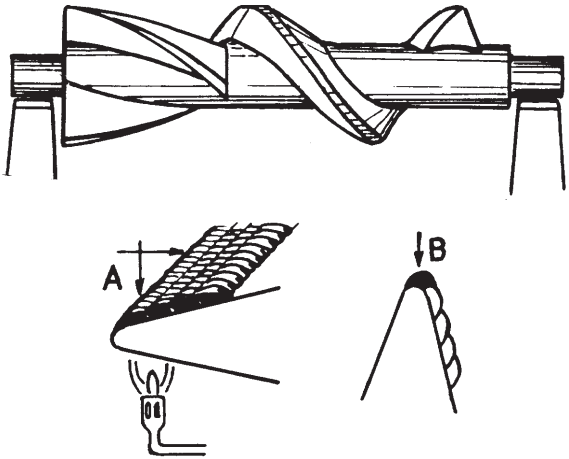
Usinage: seulement par meulage

Métaux d'apport

Passe poursous-couches
OK 68.82

Rechargement dur
OK 85.65

Mélangeurs



Recommandations de soudage

On doit utiliser un matériel pour permettre une rotation pendant le préchauffage et le soudage.

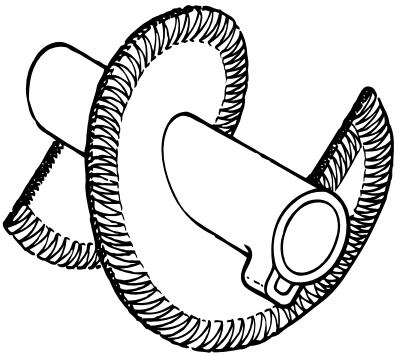
Recharger la partie des flancs (A) avec une passe dure. La pointe du bord (B) est rechargé en une ou deux passes. Des passes longitudinales sont déposées sur les bords. Ensuite les bords sont meulés au profil désiré.

Suivant la dureté demandée, OK 93.06 ou OK 93.01 peuvent être utilisées.

Métaux d'apport

OK 93.06 – 42 HRC
OK 93.01 – 55 HRC

Tarières



Recommandations de soudage

Avant le soudage on doit gouger les parties usées avec l'electrode OK 21.03 ou les meuler. Les faces actives seront rechargés avec OK 83.65, OK 84.78 ou bien avec les fils fourrés 14.70 ou OK Tubrodur 15.52.

Deux ou trois passes au maximum doivent être déposées pour une meilleure protection contre l'abrasion.

Pour maintenir le bain de fusion pendant la reconstitution des arêtes et des angles, on utilisera des supports en cuivre.

Le métal déposé peut être usiné seulement par meulage.

Les vis fortement usées peuvent être rechargées avec OK 83.28 avant le rechargement dur.

Pour réduire l'usure, le dépôt sera fait suivant le sens de fonctionement en cours de travail.

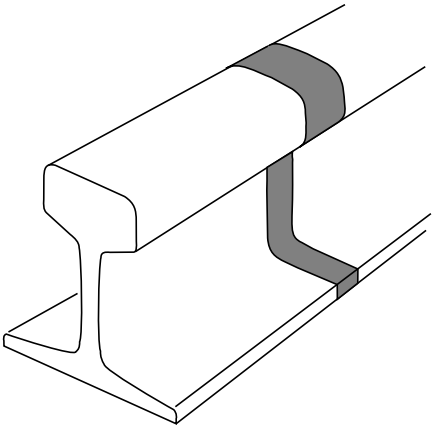
Métaux d'apport

Gougeage
OK 21.03
Reconstitution
OK 83.28 OK 83.29

Rechargement dur
Abrasion forte
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70
OK Tubrodur 15.80

Abrasion moyenne
OK 83.65
OK Tubrodur 15.52

Assemblage de rails



Recommandations de soudage

Les rails de classes 700 et 900A doivent étre préchauffés à 350 et 400°C.
Pour le support de la passe de fond, on doit utiliser des briques céramiques réf. OK Backing 21.21.

La semelle du rail est soudée avec OK 74.78 par la technique de passes étroites.

Ensuite on utilisera des patins en cuivre enveloppant le joint. Le remplissage se fera avec l'électrode OK 74.78. En dernière couche OK 83.28 sera déposée en passes balayées.

Meuler grossièrement pendant que la soudure est chaude. Laisser refroidir lentement sous calorifuge. Après le refroidissement le parachèvement final peut étre effectué.

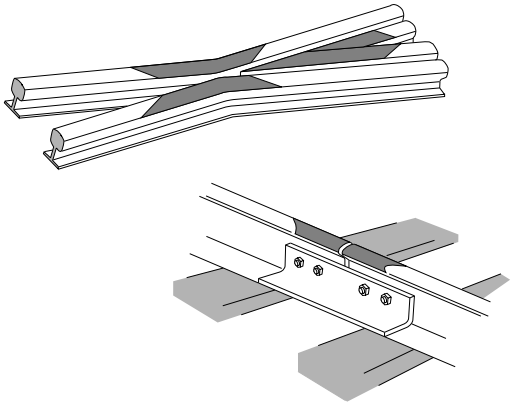
Métaux d'apport

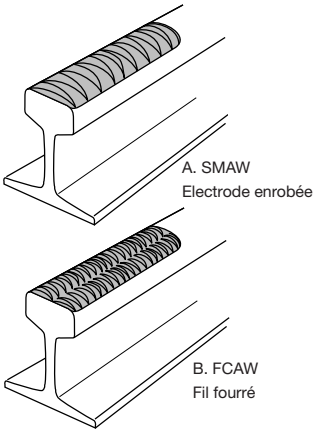
Support de bain
OK Backing 21.21

Assemblage
OK 74.78

Rechargement dur
OK 83.28

Réparation des rails par rechargement





Recommandations de soudage

Grades au carbone - manganèse

grade du rail	700 A	préchauffage	350°C	(250° selon S.N.C.F.)
	900 A		400°C	(325° selon S.N.C.F.)
	1100 A		450°C	(450° selon S.N.C.F.)

Les tables de roulement, extrémités et cœurs de rails.
On peut utiliser les techniques à passes étroites ou balayées. Les figures A et B montrent en exemple les passes balayées pour différents procédés de soudage. Quelquefois il est recommandé de déposer une passe de support le long du bord du rail, avant remplissage.

Les fils fourrés ont vraiment plus d'avantages pour le soudage automatique.

Métaux d'apport

OK 83.27 ou **OK Tubrodur 15.43**	environ	35HRC
OK 83.28 ou **OK Tubrodur 15.41**	environ	30HRC

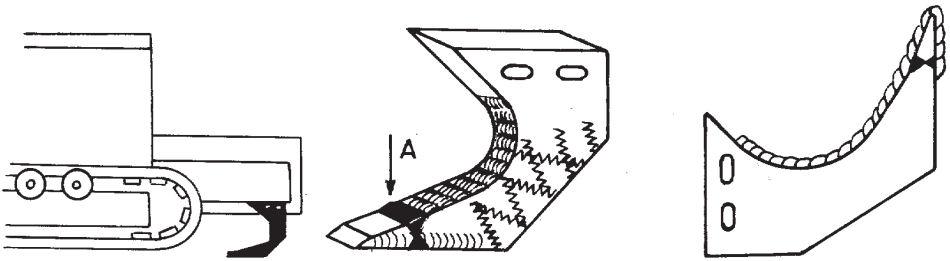
Types austénitiques au manganèse
Souder le plus froid possible avec une technique à passes étroites.

Si il est necessaire de faire plus de trois passes, une sous-couche au-dessous des passes finales doit être effectuée avec un métal d'apport austénitique avec OK 67.45 ou OK Tubrodur 14.71.

Métaux d'apport

Reconstitution	*Rechargement dur*
OK 67.45	**OK 86.28**
OK Tubrodur 14.71	**OK Tubrodur 15.65**

Dents de rippers pour le revêtement en asphalte



Recommandations de soudage

Les pointes usées peuvent être remplacées par des nouvelles. Pour l'assemblage on utilisera OK 67.45 ou OK 68.82. Le côté intérieur de la pointe est rechargé avec les électrodes OK 84.78, OK 84.84 ou les fils fourrés OK Tubrodur 14.70 ou OK Tubrodur 15.80. Un rechargement en quadrillage est déposé sur les flancs des dents.

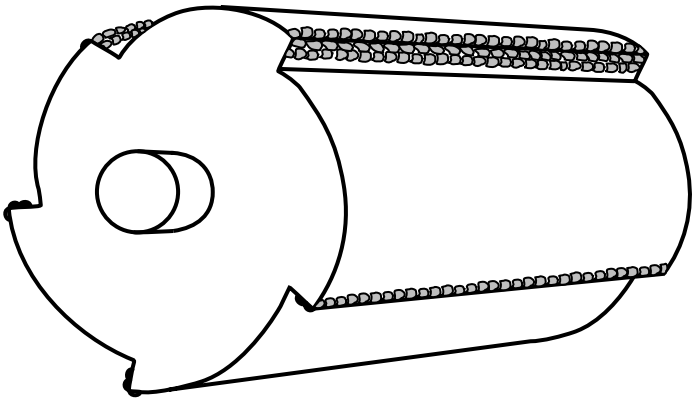
Métaux d'apport

Assemblage
OK 67.45
OK 68.82

Rechargement dur
Abrasion forte
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Abrasion forte + choc
OK 84.84
OK Tubrodur 15.80

Cylindres de concassage



Recommandations de soudage

Le cylindre ou les barres échangeables de broyeur sont fabriqués en acier austénitique au manganèse (non-magnetique). Comme tous les aciers austénitiques au manganèse, on doit éviter la surchauffe du matériau pendant le soudage.

Avant le soudage, la surface doit être nettoyée et la fissuration examinée. On doit gouger les fissures avec OK 21.03 et effectuer la réparation avec OK 67.45 ou OK Tubrodur 14.71.

OK 86.28 est appliquée pour le rechargement dur en manuel et OK Tubrodur 15.60 pour le rechargement dur en semi-automatique.

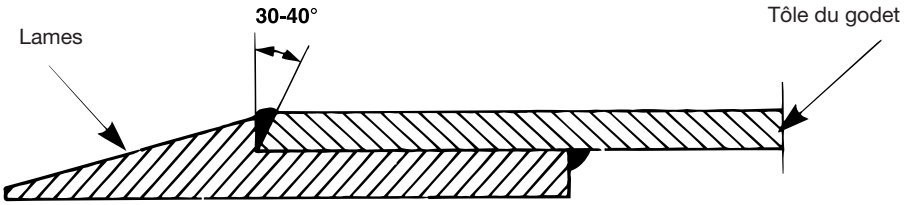
Métaux d'apport

Gougeage
OK 21.03

Réparation des fissures
OK 67.45
OK Autrod 16.95
OK Tubrodur 14.71

Placage dur
OK 86.28
OK Tubrodur 15.60
OK Tubrodur 15.65

Lames de scrapers



Recommandations de soudage

Normalement ces lames sont fabriquées en acier faiblement allié trempant.

On peut souder sans préchauffage avec OK 67.45 ou OK 67.52. Seulement pour le soudage des tôles de fortes épaisseurs, un préchauffage est recommandé. La soudure est très tenace, résistante à la fissuration et peut absorber plus de contraintes de soudage. Si l'on demande une résistance mécanique plus élevée, OK 68.82 est une alternative.

Métaux d'apport

OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71
OK 68.82

Arbres

Recommandations de soudage

Reconstitution

Nettoyer minutieusement les pièces pour examiner les défauts et les fissures. Eliminer les parties défectueuses par meulage ou gougeage. Si un usinage est encore nécessaire, usiner à 5 mm au-dessous de la dimension finale.

Dans le cas ou les électrodes faiblement alliées comme OK 83.28, OK 74.78 ou le fil fourré OK Tubrodur 15.40 sont utilisés, le préchauffage peut être nécessaire, si les arbres se composent de métaux alliés ou fortement alliés au carbone.

C_{eq}>0,45-0,6 environ 200°C

C_{eq}>0,6: environ 350°C

Les températures de préchauffage recommandées pour les différents métaux et les épaisseurs sont indiquées dans le tableau en page 7.

OK 68.82, OK 67.45 et OK Tubrodur 14.71 peuvent être utilisés sans préchauffage, suivant le diamètre de l'arbre.

Pour diminuer les déformations, le métal déposé est réparti selon le schéma. Ensuite après le soudage on doit laisser refroidir lentement.

Pour le soudage automatique ou semi-automatique, on doit utiliser des systèmes de positionnement pour faire tourner la pièce sur son axe afin de permettre le soudage périphérique avec OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71.

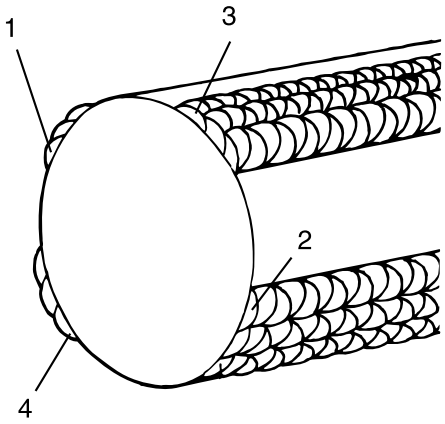
L'arbre cassé peu être réparé avec OK 74.78 ou OK 68.82. Les même règles sont appliquées pour le préchauffage comme pour la reconstitution. La préparation des bords est effectuée de préférence en U.

Métaux d'apport

Rechargement dur avec préchauffage
OK 83.28, OK 83.29
OK Tubrodur 15.40
OK Autrod 13.89
OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

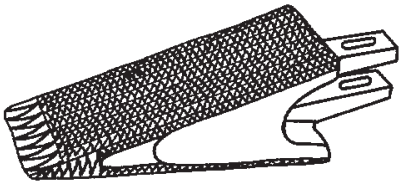
Rechargement dur sans préchauffage
OK 68.82
OK Autrod 16.75
OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71
OK Autrod 16.95

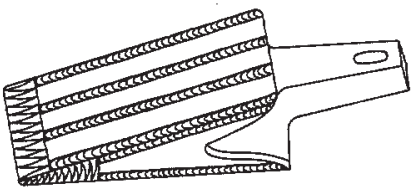
Assemblage
OK 74.78 préchauffage
OK 68.82 préchauffage non nécessaire



Dents d'excavateur, de pelles

Type d'usure: choc





Recommandations de soudage

Les dents d'excavateur, qui sont surtout exposées aux chocs, sont souvent fabriquées en acier austénitique au manganèse. Ce matériau doit être soudé le plus froid possible. On utilise OK 86.08 ou OK Tubrodur 15.60 pour la reconstitution. Les dents neuves ou réparées peuvent être rechargées avec OK 84.58, OK Tubrodur 15.52, OK 84.78 ou OK Tubrodur 14.70.

On doit recharger les dents pour l'usage grossier rocheux ou pierreux en passes effectuées parallèlement en direction du mouvement des dents, voir la figure. Les grosses roches glissent à la surface des cordons sans contact avec le métal de base.

Métaux d'apport

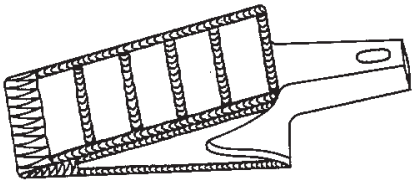
Reconstitution
OK 86.08
OK Tubrodur 15.60

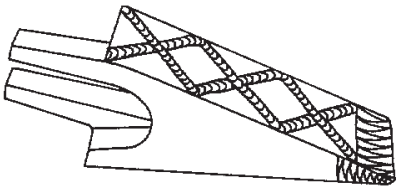
Rechargement dur
Abrasion +choc
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

Abrasion forte
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Dents de pelles

Type d'usure: abrasion - érosion du sable





Recommandations de soudage

Les dents utilisées dans un environnement abrasif, par exemple le sol à grain fin, sont souvent fabriquées en acier faiblement allié et trempé, mais quelquefois l'acier austénitique au manganèse est utilisé. Le rechargement doit être déposé en passes croisées comme montré ci-dessus. Les dents faiblement alliées sont préchauffées à environ 200°C. Les aciers austénitiques au manganèse sont soudés à froid. Le schéma des passes croisées du rechargement et la distance des cordons entre eux influent fortement sur la résisante à l'usure.

La plupart des engins de terrassement doivent opérer dans un environnement ou ils sont en contact avec un mélange de matériaux abrasifs gros et fins. On utilise généralement un rechargement en quadrillage.

Métaux d'apport

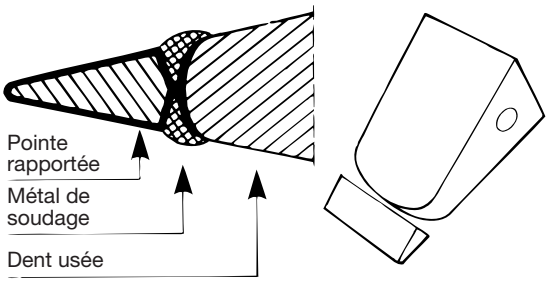
Reconstitution
OK 83.28
OK Tubrodur 15.40

Rechargement dur
Abrasion + choc
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

Abrasion forte
OK 84.78
OK Tubrodur 14.70

Dents d'excavateurs

Assemblage de pointes neuves



Recommandations de soudage

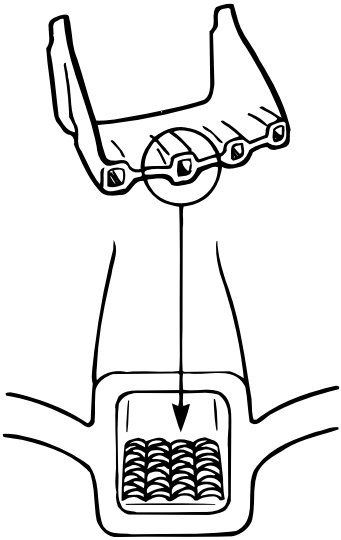
Les pointes ou les becs de remplacement sont normalement fabriqués en acier austénitique au manganèse, mais quelquefois en acier trempé. Dans les deux cas, le soudage est effectué avec des métaux tenaces austénitiques.

Pour un rechargement éventuel voir les deux précedents chapitres.

Métaux d'apport

OK 67.45, OK 67.52
OK Tubrodur 14.71
OK Autrod 16.95

Supports de dents



Recommandations de soudage

Ces supports de dents sont normalement fabriqués en acier faiblement allié et trempé. Le support est soudé aux lèvres du godet avec OK 48.XX avec préchauffage à 150-200°C. OK 67.52 et OK 68.82 peuvent être utilisées sans préchauffage.

Les supports peuvent être reconstitués avec OK 83.28 ou OK Tubrodur 15.40 et protégés contre l'usure. OK 83.50 ou OK Tubrodur 15.52 sont utilisés pour obtenir une dureté élevée.

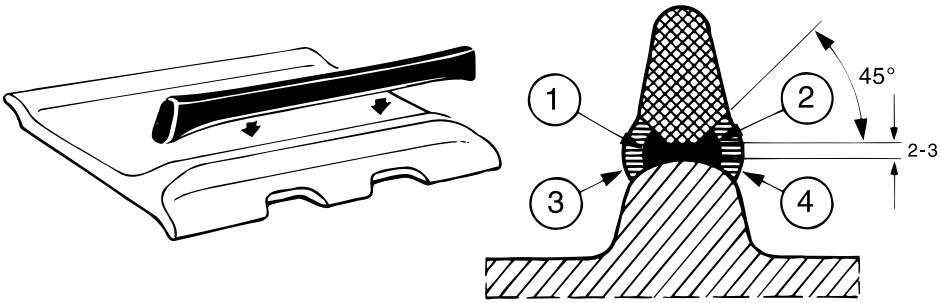
Si les lèvres du godet se compose d'acier non-magnetique (acier austénitique au manganèse), les supports sont soudés sans préchauffage avec OK 67.45, OK 67.52 ou OK 68.82.

Métaux d'apport

Assemblage
OK 48.30
OK 67.45, OK 67.52
OK 68.82

Rechargement dur
30–35 HRC
OK 83.28
OK Tubrodur 15.40
55–60 HRC
OK 83.50
OK 83.53
OK Tubrodur 15.52

Patins de chenilles



Recommandations de soudages

La réparation des patins est effectuée par soudage des profils (barres) sur le patin usé.

On doit nettoyer le patin, puis souder le profil sur celui-ci avec un écartement des bords de 2-3 mm. La séquence de soudage correspond à la figure ci-dessus, et l'on soude du milieu en direction des bords.

La procédure reste la même que le patin de chenille soit en acier austéntique au manganèse ou bien en acier au carbone.

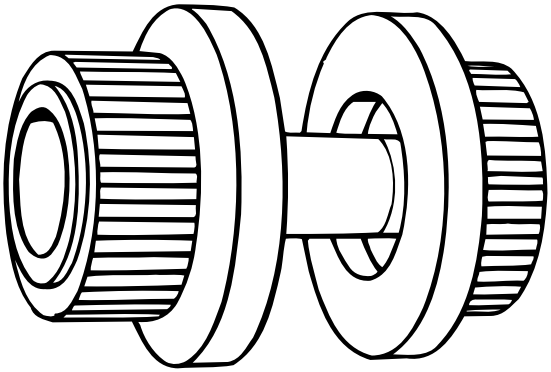
Si un profil usé doit seulement être réparé par rechargement dur, on peut utiliser des supports en cuivre pour obtenir le profil correct.

Métaux d'apport

Assemblage
OK Autrod 12.51
OK 68.82

Assemblage
OK Tubrodur 15.40
OK 83.50
OK 83.53
OK 84.58
OK Tubrodur 15.52

Galets de roulement



Recommandations de soudage

Le rechargement doit être effectué de préférence sur un banc de soudage circulaire automatique qui positionne les galets.

Le soudage automatique ou semi-automatique est réalisé en passes circulaires.

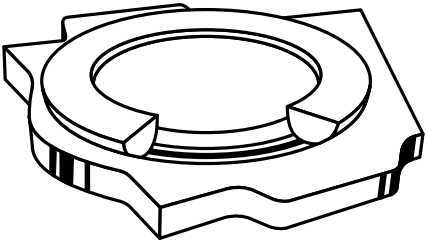
Si on utilise OK Tubrodur 15.40, un faible meulage sera nécessaire car la surface est relativement lisse après le soudage. On peut appliquer le procédé de soudage sous flux avec le même fil et avec OK Flux 10.71.

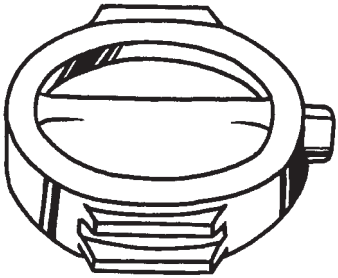
Le métal déposé est usinable.

Métaux d'apport

OK 83.28
OK 83.29
OK Tubrodur 15.40
OK Tubrodur 15.40S/OK Flux 10.71

Sièges de vannes





Recommandations de soudage

Les sièges de vannes sont fabriqués en fonte ou en acier forgé. Suivant leur taille et leur composition ils doivent être préchauffés à 100-200°C.

Pour obtenir la meilleure résistance contre l'abrasion et la corrosion, on doit déposer deux ou trois passes.

On doit laisser refroidir très lentement. Les cordons de soudure sont trés tenaces et résistants à l'usure; on peut les usiner par meulage.

L'alliage de base au cobalt de OK 93.06 est utilisé pour les applications au-dessus de 500°C.

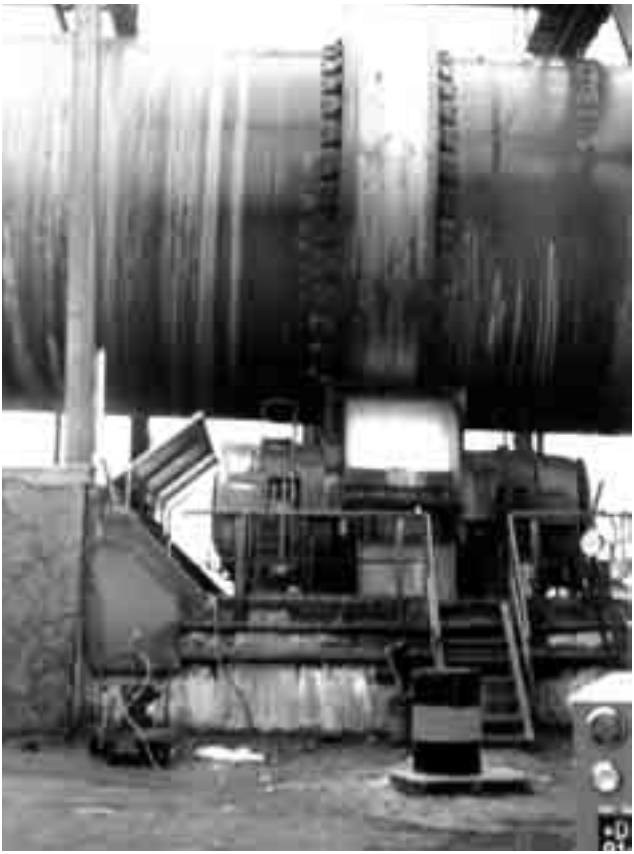
Pour les températures au-dessous de 500°C, le type OK 84.42, fortement allié au chrome, peut être utilisé.

Pour les vannes à obturateur en bronze, on utilise OK 94.25.

Métaux d'apport

OK 93.06 HRC 40–45
OK 84.42 HRC 44–49
OK 94.25

Galets supports et bandages



OK 92.26 et une électrode à base de nickel recommandée pour les aciers à soudabilité limitée et contrainte élevées, chaleur, fatigue comme l'application montrée ci-dessus pour la reparation des galets supports et bandages de fours.

Cette éléctrode également utilisée pour les assemblages des alliages au nickel tel que l'inconel 600 ou alliages similaires, convient aussi pour les assemblages hétérogènes comme les aciers austénitiques avec les aciers faiblement alliés.

OK 92.26 peut être également utilisée pour les applications cryogéniques et les aciers résistants aux hautes températures.

Les galets supports et bandages de four sont soumis à des contraintes élevées, chaleur, compression fatigue, pouvant provoquer des fissurations sur la section des bandes de roulement. Si les défauts sont découverts à temps la réparation peut s'effectuer sur place.

Consommable

OK 92.26

Fils et flux pour rechargement

Méthode de rechargement en utilisant un fil non allié avec flux alliés au Chrome permettant d'obtenir des niveaux de duretés différentes.

Métaux d'apport

Fil
OK Autrod 12.10

Flux
OK Flux 10.98 / OK Autrod 12 / 10 HRC 25 -30 HRC
OK Flux 10.96 / OK Autrod 12 / 10 HRC 30 -35 HRC
OK Flux 10.97 / OK Autrod 12 / 10 HRC 35 -40 HRC

Les valeurs des duretés varient en fonction des paramètres, tension d'arc et vitesse de soudage.

Turbines hydrauliques

Rechargement des roues Pelton et Francis ainsi que d'autres éléments de turbines hydrauliques en aciers inoxydables du type martensitique comme les nuances XA Cr Ni 13-4 et XA Cr Ni Mo 16 -5-1

Métaux d'apport

FILARC PZ 6156	13 Cr 1.5 % Ni	alliage inoxydable martensitique
FILARC PZ 6166	13 Cr 4.0 % Ni	alliage inoxydable martensitique
FILARC PZ 6176	17 Cr 5.0 % Ni	alliage inoxydable martensitique

Gaz de protection : Ar + 2% CO_2
Polarité: positive sur le fil
Diamètre du fil: 1.2

Galets pour la fabrication des laines minérales

Applications :
Rechargement de galets utilisés pour la fabrication des laines minérales.

Métaux d'apport

PZ 6166 et OK Tubrodur 15.85 Ø 1,6 : Fil fourré à poudre métallique sans laitier avec gaz Ar+ 2% CO_2.

OK Tubrodur 15.91S Ø 3,0: Fil fourré à poudre métallique pour utilisation en arc submergé avec flux 10.92.

Rouleaux et cylindres de coulée continue

Ci-dessous la liste des produits recommandés pour le rechargement des rouleaux et cylindres de coulée continue, exigeant de bonnes résistances à l'abrasion, fatigue, corrosion et érosion.

Consommables pour procédé sous flux: fils massifs, fils fourrés et feuillards:
OK Tubrodur 15.72S 13% Cr N_2 donnant un dépôt martensitique
OK Tubrodur 15.73S 13% Cr donnant un dépôt martensitique
OK Tubrodur 15.79S 17% Cr
OK Band 11.82 17% Cr

Flux pour fils
OK Flux 10.33
OK Flux 601B
Flux pour feuillards
OK Flux 10.07

Consommables pour procédé fils fourrés
OK Tubrodur 15.73

Veuillez nous contacter pour les procédures de rechargement.

Avant réparation.

Réparation des trépans de forage: OK 83.28 pour la reconstitution, OK 84.84 pour rechargement dur.

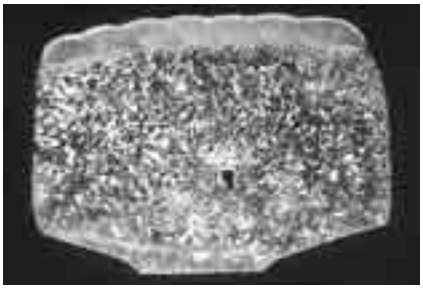
Aprés la réparation.

Réparation des rails

Soudage des rails en coffrage:
OK 74.78

Réparation des rails de tramway:
OK 67.52

Réparation d'une empreinte de roue
OK Tubrodur 15.43



Rail en acier au manganèse:
OK Tubrodur 15.65

Rail en acier au carbone et au
manganèse: OK Tubrodur 15.43

Soudage automatique:
Railtrac BV et OK Tubrodur 15.43

Métaux d'apport
Tableau des consommables

Tableau 1. Métaux d'apport pour la fonte

Produit Electrode	Classifications	Applications	Composition chimique type du métal déposé%	Caractéristiques types du métal fondu	Ø mm
OK 92.18 Basique C.C.+, -, C.A.	AWS A 5.15 ENi-CI DIN 8573 ENi-BG11	Pour la réparation des pièces des fontes comme les fissures des blocs de cylindres, boîtes de vitesses, carters de pompes, cadres et des défauts de fonderie.	C 1,0 Fe 4,0 Ni 94,0	**Dureté** As 130 – 170 HB R_m=300MPa A 12% **Usinabilité** Bonne	2,5 3,2 4,0 5,0
OK 92.58 Basique C.C.+, -	AWS A 5.15 ENiFe-CI DIN 8573 ENiFe-1- BG11	Pour assembler et recharger des pièces en fonte sur acier. Réparation de carters de pompes, composants de matériels lourds, dents d'engrenage, brides et poulies. Peut être utilisé pour les fontes malléables, fontes alliées et fontes à graphite sphéroïdal.	C 1,7 Fe 46,0 Ni 50,0	**Dureté** As 160 – 200 HB R_m=375MPa A 12% **Usinabilité** Bonne	2,5 3,2 4,0 5,0
OK 92.60 Basique capacité de courante forte C.C.+, C.A.	AWS A 5.15 ENiFe-CI DIN 8573 ENiFe-1- BG11		C 1,7 Fe 46,0 Ni 50,0	**Dureté** As 190 – 240 HB R_m=560MPa A >15% **Usinabilité** Bonne	2,5 3,2 4,0 5,0
OK 92.78 Basique C.C.+, C.A.	DIN 8573 E NiCu- BG31	Type au nickel-cuivre pour le soudage et la réparation de fonte grise, fonte malléable, acier moulé. Permet une conformité de couleur excellente.	C 0,7 Fe 3,0 Cu 32,0 Ni bal.	**Dureté** As 140 – 160 HB R_m=350MPa A 12% **Usinabilité** Bonne	2,5 3,2 4,0
Fil fourré					
OK Tubrodur 15.66 C.C.+, Protection gazeuse: Ar/2% O_2	AWS A5.15 E NiFe-CI	Fil fourré avec un léger laitier pour le rechargement et le soudage de pièces de fonte sur acier. Réparation des pompes, composants de matériels lourds etc.	C 0,1 Fe jonct. Cu 2,5 Ni 50,0	R_m=500MPa A 12% **Usinabilité** Bonne	1,2

Tableau 2. Métaux d'apport pour les passes en sous-couches, les aciers difficilement soudables et les aciers dissemblables

Produits Electrodes	Classifications	Applications	Caractéristiques mécaniques type du metal déposé	Ø mm
OK 67.42 Rutile Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	DIN 8555 E 8-200 CKZ AWS 5.4 (E307-26)	Pour assembler les aciers austénitiques au manganèse ou les aciers trempés et pour les passes en sous-couches avant le recharge-ment dur. Métal extrême-ment tenace qui absorbe les contraintes.	C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 As 200 HB Wh 400 HB R_m=600 MPa A=45%	2,5 3,2 4,0 5,0 6,0
OK 67.45 Basique C.C.+	DIN 8555 E 8-200-CKZ AWS 5.4 (E307-15)		C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 As 200 HB Wh 400 HB R_m=600 MPa A=40%	2,5 3,2 4,0 5,0
OK 67.52 Basique Electrode à la poudre de fer C.C.+, C.A. C.A. TAV 70	DIN 8555 E 8-200-CKZ AWS 5.4 (E307-26)		C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 As 200 HB Wh 400 HB R_m=630 MPa A=45%	2,5 3,2 4,0 5,0
OK 68.81 Rutile C.C.+, C.A.	DIN 8555 E9-200-CTZ AWS E 312-17	Electrode à haute résistance mécanique pour le soudage d'aciers fortement alliés au carbone, aciers à outil et aciers dissemblables.	C=0,1 Cr=29 Ni=10 As 230 HB Wh 450 HB R_m=790 MPa A=25%	2,5 3,25 4 5
OK 68.82 Rutile C.C.+, C.A.	DIN 8555 E9-200-CTZ		C=0,1 Cr=29 Ni=10 As 240 HV Wh 450 HV	2,5 3,25 4 5
OK 92.26 Basique C.C.+, C.A.	DIN 8555 E 9-200 CTZ DIN 1736 EL-NiCr15FeMn	Pour le soudage, placage et les passes en sous-couches sur pièces massives et de forte épaisseur fabriquées en acier difficilement soudable, ainsi que pour le soudage de nickel et d'alliages de nickel. Les applications types sont les bandages de fours dans l'industrie du ciment.	C≤0,1 Mn=8 Cr=15 Nb=2 R_m=640 MPa A=40%	2,5 3,25 4 5

Tableau 2 – suite. Métaux d'apport pour les passes en sous-couches, les aciers difficilement soudables et les aciers dissemblables

Produits Electrodes	Classifications	Applications	Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Tubrodur 14.71 Rutile sans gaz	DIN 8555 MF8-200-CK NPZ	Fil fourré fortement allié pour le placage et le soudage des aciers austénitiques au manganèse 14% ou des aciers trempés et pour les passes en sous-couche avant le rechargement dur.	C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=8 Aw 200HB Wh 400HB R_m=640 MPa A=35%	1,6
GMAW				
OK Autrod 16.75 protection gazeuse: Ar/1–3% O_2 Ar/1–3% CO_2	DIN 8555 MSG9-200-CTZ	Fil massif fortement allié pour le soudage des aciers fortement alliés au carbone, d'acier d'outil et d'aciers dissemblables.	C=0,1 Cr=29 Ni=9 Aw 230 HB Wh 450 HB R_m=770 MPa A=>20%	0,8 1,0 1,2 1,6
OK Autrod 16.95 protection gazeuse: Ar/1–3% O_2 Ar/1% CO_2	DIN 8555 MSG8-GZ-200-CKNPZ	Fil massif fortement allié pour le soudage plaçage des aciers austénitique au manganèse 14 % et des aciers dissemblables	C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=10 Aw 200 HB Wh 400 HB R_m=640 MPa A=40%	0,8 1,0 1,2 1,6
OK Autrod 16.97 Flux 10.92	DIN 8556 (1986) W.Nr 1.4370	Fil massif fortement allié pour le soudage plaçage des aciers austénitique au manganèse 14 % et des aciers dissemblables	C 0,004 Si 0,95 Mn 6.0 Cr 18.0 Ni 8.0 Mo 0,1	2.5 3.0 4.0

Tableau 3. Electrodes pour les aciers austénitiques au manganèse

Produits SMAW	Classifications	Applications	Composition chimique type du métal déposé %	Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK 86.08 Basique C.C.+, C.A.	DIN 8555 E 7-200-K	Rechargement et reconstitution des pièces d'acier austénitique au manganèse, qui sont exposées aux forts chocs comme mâchoires de battoirs, marteaux de broyeurs rotatifs. Le métal déposé est écrouissable. Température entre-passes: < 200°C.	C 1,1 Mn 13,0	**Dureté** As 180–200 HB **Dureté** Wh 44–48 HRC **Usinabilité** Meulage **Résistance au choc** Excellente	3,2 4,0 5,0
OK 86.28 Basique haut rendement C.C.+, C.A.	AWS A5.13 EFeMn-A	Equivalente à OK 86.20, mais plus résistante à la fissuration. Est utilisée pour le rechargement des rails.	C 0,8 Mn 14,0 Ni 3,5	**Dureté** As 160–180 HB **Dureté** Wh 42–46 HRC **Usinabilité** Meulage **Résistance au choc** Excellente	3,2 4,0 5,0
OK 86.30 Rutile- Basique à haut rendement C.C.+, C.A.		Equivalente à OK 86.08, mais meilleure résistante à la corrosion. Appropriée au soudage en passes multiples et pour assembler l'acier austénitique au manganèse avec l'acier au carbone.	C 0,3 Mn 14,0 Cr 18,0 Ni 1,5	**Dureté** As 190–210 HB **Dureté** Wh 40–44 HRC **Usinabilité** Meulage **Résistance à l'abrasion** Bonne **Résistance au choc** Excellente **Résistance à la corrosion** Très bonne	3,2 4,0 5,0

Tableau 3 – suite. Fils fourrés, aciers austénitiques au manganèse

Applications: l'usure au chocs

Produits FCAW	Classifications	Applications	Protection gazeuse OK Flux 10.xx	Composition type du métal déposé %	Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Tubrodur 15.60 Rutile C.C.+	DIN 8555 MF 7-200-KNP	Rechargement par soudage des aciers austénitiques au manganèse 13% dans l'industrie de terrassement et minière pour la résistance maximale aux chocs. Température inter-passes ≤ 200°C.	Sans gaz	C 0,9 Si 0,4 Mn 13,0 Ni 3,0	**Dureté** Aw 200–250 HV Wh 400–500 HV **Usinabilité** Meulage **Résistance aux chocs** Excellente	1,6
OK Tubrodur 15.65 Rutile C.C.+	DIN 8555 MF 8-200-GKNPR	Pour le rechargement des aciers faiblement alliées et des aciers austénitiques au manganèse à 13%. Le métal déposé a des caractéristiques excellentes aux chocs et à l'abrasion. Mâchoires de concasseur, marteaux, coeurs du croisement, de rails, dents de scarificateurs et tôles d'usure. Peut aussi être utilisé pour le soudage à l'arc sous flux avec OK Flux 10.62. Température entre-passes ≤ 200°C.	Sans gaz	C 0,3 Mn 13,5 Cr 14,5 Ni 1,5 Mo 0,8 V 0,4	**Dureté** Aw 200–250 HV Wh 400–500 HV **Usinabilité** Meulage **Résistance à l'abrasion** Bonne **Résistance aux chocs** Excellente **Résistance à la corrosion** Très bonne	1,6

Tableau 4. Métaux d'apport pour les aciers à outil et les aciers à hautes températures

Produits SMAW	Classifications DIN 8555	Applications	Composition type du métal déposé %	Caractéristiques mécaniques type métal déposé	Ø mm
OK 84.52 Basique C.C.+, C.A.	E 6-55-R	Réparation d'outils d'estampage usés par métal similaire. Fabrication des outils en acier au carbone ou en acier allié pour les matrices à extrusion, matrices de découpage, outils pour estampage et poinçonnage.	C 0,25 Cr 13,0	**Dureté** Sz 50–56 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Très bonne	2,5 3,2 4 5
OK 85.58 Basique C.C.+, C.A.	E 3-50-TS	Réparation des poinçons usés ou endommagés pour le travail à chaud, outils d'ébavurage et matrices.	C 0,35 Cr 1,8 W 8 Co 2	**Dureté** Sz 46–52 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Bonne **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Très bonne	2,5 3,2 4 5
OK 85.65 Basique C.C.+, C.A.	E 4-60-S	Réparation des outils ultrarapide et pour fabrication des outils composites pour le coupage, poinçonnage et cisaillage.	C 0,9 Cr 4,5 Mo 7,5 W 1,8 V 1,5	**Dureté** a w 56–62 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Très bonne	2,5 3,2 4
OK 92.35 Basique C.C.+, C.A.	E 23-250-CKT	Pour usure extreme à températures élevées, comme les matrices pour travail à chaud, matrices à extrusion pour travail à chaud, lames de coupage pour travail à chaud. Aussi pour le soudage d'alliages de Nimonic et Inconel.	C 0,1 Cr 16 Mo 17 Fe 6,0 Ni bal.	**Dureté** Sz 240–260 HV w h 40–45 HRC **Usinabilité** Possible **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Excellente **Résistance à la corrosion** Très bonne	2,5 3,2 4 5

Continu

Tableau 4 – suite. Métaux d'apport pour les aciers à outil et les aciers pour hautes températures

Produits Electrodes	Classifications DIN 8555	Applications	Composition chimique type du métal déposé %	Caractéristiques mécaniques type métal déposé	Ø mm
OK 93.01 Rutile Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	E 20-55-CTZ AWS 5.13 ECoCr-C	Rechargement d'outils d'estampage, soupapes, coupes-verre, buses de brûleur etc.	C 2,2 Cr 30 W 12,5 Fe 3,0 Co bal.	**Dureté** a w 55HRC **Dureté à chaud** 600°C 800°C ~ 44 HRC ~ 34 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Excellente **Résistance à l'abrasion aux températures élevées** Excellente **Résistance à la corrosion** Excellente	3,2 4 5
OK 93.06 Rutile Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	E 20-40-CTZ AWS 5.13 ECoCr-A	Rechargement des lames de coupage pour travail à chaud, tuyères à vapeur, matrices de découpage, soupapes d'échappement.	C 1,0 Si 0,9 Mn 1,0 Cr 28,0 W 4,5 Fe 3,0 Co bal.	**Dureté** Sz ~ 42 HRC **Dureté à chaud** 300°C 600°C ~ 35HRC ~ 29HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Excellente **Résistance à la corrosion** Excellente	2,5 3,2 4 5
OK 93.07 Rutile Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	E 20-300-CTZ	Rechargement d'outils pour travail à chaud, outils d'estampage, lames de coupage, soupapes d'échappement et surfaces de glissement. Peut être utilisée pour des passes en sous-couches avant le rechargement dur avec OK 93.01, OK 93.06 ou OK 93.12.	C 0,3 Cr 28,0 Ni 3,5 Mo 5,5 Fe 2,0 Co bal.	**Dureté** Sz ~ 30 HRC w h ~ 45 HRC **Dureté à chaud** 300°C, 280 HB **Usinabilité** Avec des outils cémentés **Résistance à l'abrasion** Très bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Résistance à la corrosion** Excellente	3,25 4 5

Tableau 4 – suite. Métaux d'apport pour les aciers à outils et les aciers pour hautes températures

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Composition chimique type du métal déposé %	Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Tubrodur 15.84 Fil fourré à poudre métallique C.C.+ Protection gazeuse	MF3-50T	Réparation des outils de poinçonnage à chaud, outils d'ébavurage et matrices.	C 0,4 Cr 1,8 Mo 0,4 V 0,4 Co 2,0 W 8,0	**Dureté** Aw 49–55 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Bonne **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Très bonne	1,6
OK Tubrodur 15.86 Fil fourré à poudre métallique C.C.+ Protection gazeuse Ar/2%O_2	MF20-40 CTZ	Approprié aux soupapes d'échappement, soupapes chimiques, matrices et multitudes applications dans les pièces de l'industrie de la production d'énergie, des plastiques, papiers et caoutchoucs.	C 1,0 Cr 27,0 Ni 2,5 W 4,0 Fe ≤ 5,0 Co bal.	**Dureté** Aw ~ 40 HRC **Usinabilité** Avec outils cémentés **Résistance aux chocs** Assez bonne **Usure métal sur métal** Bonne **Résistance à l'abrasion** Excellente **Résistance à l'abrasion à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Excellente	1,2 1,6

Tableau 5. Electrodes pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK 83.27 Basique C.C.+, C.A.	E 1-350	Spécialement pour les rails et aiguillages en acier au carbone manganèse	C Cr	0,2 3,2	**Dureté** Aw ≈ 35 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Très bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	4,0 5,0
OK 83.28 Basique C.C.+, C.A.	E 1-300	Utilisé pour le rechargement et les passes de sous-couches avant les passes plus dures. Pièces à laminoirs, cylindres cannelés et griffes, rails, aiguillages, roues dentées, coulisses et galets pour les tracteurs et paliers.	C Cr	0,1 3,2	**Dureté** Aw ≈ 30 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Très bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	2,5 3,2 4,0 5,0 6,0
OK 83.29 Basique Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	E 1-300	Correspondant à 83.28	C Cr	0,1 3,2	**Dureté** Aw ≈ 30 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Très bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	3,2 4,0 4,5 5,0 5,6
OK 83.30 Rutile C.C.+, C.A.	E 1-300	Correspondant à 83.28	C Cr	0,1 3,2	**Dureté** Aw ≈ 30 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Très bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	3,25 4,0 5,0
OK 83.50 Rutile C.C.+, C.A. C.A. TAV 40	E 6-55-G	Electrode spéciale pour le soudage avec petits transformateurs non-professionels avec une faible tension à vide. Approprié aux outils agricoles et forestiers.	C Cr Mo	0,4 6,0 0,6	**Dureté** Aw 54–62 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne	2,0 2,5 3,2 4,0 5,0
OK 83.53 Basique C.C.+, C.A. 65	E-UM-60	Electrode avec R E U propriétés combinant une exellente résistance à l'abrasion et aux chocs pour le rechargement des trépans de forages et les installations d'excavation	C Cr Mo Nb	0,5 7,5 1,2 1,5		3,2 4,0

Tableau 5. Electrodes pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK 83.65 Basique C.C.+, C.A.	E 2-60-G	Pour les pièces exposé à une usure forte par pierres, charbon, minéraux et sols: hélices transporteuses, galets godets, malaxeurs, godets à bord tranchants, installations de concassage.	C Si Cr	0,75 4,0 2,0	**Dureté** Aw 58–63 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne	3,2 4,0 5,0 6,0
OK 84.42 Rutile C.C.+, C.A.	E 5-45-R	Pour sièges de soupape, roues dentées, arbres et lames. Conserve sa dureté jusqu'à 500°C.	C Cr	0,12 13,0	**Dureté** Aw 40–46 HRC **Usinabilité** Avec outils cémentés **Usure métal sur métal** Très bonne **Résistance à l'usure à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Très bonne	2,5 3,2 3,2 4,0 5,0
OK 84.52 Rutile C.C.+, C.A.	E6-55-R	Correspondant à 84.42, mais avec une dureté plus élevée.	C Cr	0,25 13,0	**Dureté** Aw 50–56 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Usure métal sur métal** Bonne **Résistance à l'usure à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Très bonne	2,5 3,2 3,2 4,0 5,0
OK 84.58 Basique C.C.+, C.A.	E 6-55-G	Rechargement dur, outils agricoles et forestiers, dispositifs de chargement et malaxeurs. Approprié pour la dernière passe, écrouissable à froid. Quadrillage et rechargement des arêtes.	C Si Mn Cr	0,7 0,6 0,7 10,0	**Dureté** Aw 53–58 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne **Résistance à l'usure à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Assez bonne	2,5 3,2 3,2 4,0 5,0 6,0

Continu

Tableau 5 – suite. Electrodes pour rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK 84.78 Rutile Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	E10-60-GZ	Pour les pièces exposées principalement à l'abrasion, mais aussi à la corrosion et/ou à températures élevées modérées: engins de terrassement, malaxeurs, hélices transporteuses, aspirateurs pour la sciure, broyeurs etc.	C Cr	4,5 33,0	**Dureté** Aw 59–63 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Excellente **Résistance à l'usure à températures élevées** Bonne **Résistance à la corrosion** Excellente	2,5 3,2 4,0 5,0
OK 84.80 Acide Electrode à haut rendement C.C.+, C.A.	E10-65-GZ	Spécialement pour applications à températures élevées: installations d'évacuation des cendres, hélices transporteuses, composants des installations de frittage. Bonne résistance jusqu'a 700°C.	C Si Cr Mo Nb W V	5,0 2,0 23,0 7,0 7,0 2,0 1,0	**Dureté** Aw 62–66 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Excellente **Résistance à l'usure à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Excellente	3,2 4,0 5,0
OK 84.84 Basique C.C.+, C.A.	E10-60-GP	Pour les pièces exposées à l'abrasion extrême: installations d'excavation et forage, marteaux, racloirs, hélices transporteuses. Spécialement pour le rechargement dur des arêtes. Dureté élevée dès la première passe.	C Si Cr V Ti	3,0 2,0 8,0 6,0 6,0	**Dureté** Aw 62 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Excellente	2,5 3,2 4,0

Continu

Tableau 5 – suite. Fils fourrés de rechargement dur utilisés avec flux

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	OK Flux	Compositions chimique type du métal deposé en %		Ø mm
OK Tubrodur 15.72S Fil fourré à poudre metallique	N/A	Rechargement des rouleaux et cylindres de coulée continue	OK Flux 10.33 OK Flux 10.61B	C Cr Mn Mo N_2 Nb V	0.03 13.0 0.60 1.30 0.009 0.10 0.07	2.4 3.2
OK Tubrodur 15.73S Fil fourré à poudre metallique	N/A	Rechargement des rouleaux et cylindres de coulée continue	OK Flux 10.33 OK Flux 10.61B	C Si Cr Mn Mo Nb V Ni Nb	0.03 13.0 0.60 0.30 0.10 0.25 4.5 0,20	
OK Tubrodur 15.79S Fil fourré à poudre metallique	N/A	Fil à 17% Cr pour le rechargement des rouleaux et cylindres de coulée continue	OK Flux 10.33 OK Flux 10.61B	C Si Cr Mn Mo Nb V Nb	0.06 17.0 0.60 1.50 0.10 0.07 0.10	2.4 3.0
OK Tubrodur 15.91S Fil fourré à poudre metallique	N/A	Rechargement galets pour la fabrication des laines minérales	OK Flux 10.33 OK Flux 10.61B	C Si Mn Cr Mo Ni	0.04 1.0 0.2 22.0 1.2 4.0	3.0

Tableau 5 – suite. Fils fourrés pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classification EN 760: SA CS 3 Cr DC	Applications	Composition chimique type de métal deposé en %
OK Autrod 12.10/ OK Flux 10.98		depose un métal dont la dureté est de 30 HRC	**C** 0.08 **Si** 1.4 **Mn** 1.1 **Cr** 5.0
OK Autrod 12.10/ OK Flux 10.96		depose un métal dont la dureté est de 35 HRC	**C** 0.08 **Si** 1.4 **Mn** 1.1 **Cr** 5.0
OK Autrod 12.10/ OK Flux 10.97 Basicité 0.7 Neutral		depose un métal dont la dureté est de 40 HRC	**C** 0.08 **Si** 1.4 **Mn** 1.1 **Cr** 5.0

Ces flux agglomérés alliés au Cr sont destinés pour le rechargement avec OK Autrod 12.10, fil massif non allié. La consommation de flux et la teneur en Cr varie avec la tension d'arc. La dureté du dépôt augmentent donc avec l'augmentation de la tension d'arc.

Les flux en combinaison avec ce fil peuvent étre utilsés en C.A. ou C.C. Le C.C. en polarité positive entraine un plus grande chaleur dans la pièce et diminue le taux de dépôt. En polarité négative le taux de dépôt augmente comme aussi lorsque l'augmente la hauteur du pièce.

Tableau 5 – suite. Fils fourrés pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Protection gazeuse/ OK Flux 10.xx	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Tubrodur 14.70 Basique C.C.+	MF 10-55-GTZ	Lames de malaxeurs et racloirs, lames de godet, extrudeuses et beaucoup d'applications sur engins de terrassement, l'industrie minière avec une résistance excellente à l'abrasion.	Sans gaz	C Cr Mo V	3,5 21,0 3,5 0,4	**Dureté** Aw 50–60 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Excellente **Résistance à l'usure à températures élevées** Très bonne **Résistance à la corrosion** Bonne	1,6 2,4
OK Tubrodur 15.39 Fil fourré à poudre métallique C.C.+	MF 1-300	Réparation des pièces usées et rechargement pour passes intermédiaires avant les passes finales plus dures: arbres, galets de roulement, roues dentées, et coussinets.	CO_2	C Cr	0,2 2,0	**Dureté** Aw 27–36 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	1,6 2,4
OK Tubrodur 15.40 Basique C.C.+	MF 1-350	Galets de roulement et coussinets, arbres. Idéal pour les pièces sous contraintes de pression.	CO_2 OK Flux 10.71	C Cr	0,2 1,4	**Dureté** Aw 32–40 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	1,6 2,0 2,4 3,0 4,0
OK Tubrodur 15.41 Basique C.C.+	MF 1-300	Rails-C-Mn, coeurs de croisement, arbres et axes, rechargement pour passes intermédiaires avant les passes finales plus dures.	Sans gaz	C Cr	0,15 3,5	**Dureté** Aw 28–36 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	1,2 1,6 2,4

Continu

Tableau 5 – suite. Fils fourrés pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Protection gazeuse/ OK Flux 10.xx	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Tubrodur 15.42 Basique C.C.+	MF 1-400	Roues, pignons fous et coussinets, roues de wagonnet pour mines. Charge de pression avec abrasion modérée.	Sans gaz CO_2 OK Flux 10.71	C Cr Ni Mo	0,15 4,5 0,5 0,5	**Dureté** Aw 35–45 HRC **Usinabilité** Assez bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Usure métal sur métal** Bonne **Résistance à l'abrasion** Bonne	1,6 2,0 2,4 3,0 4,0
OK Tubrodur 15.43 Basique C.C.+	MF 1-350	Spécialement développé pour la réparation sur chantier des rails CMn de chemin de fer et tramway. Résistance mécanique de compression excellente, idéal pour les applications automatisées.	Sans gaz	C Cr Ni Mo	0,15 1,0 2,3 0,5	**Dureté** Aw 30–40 HRC **Usinabilité** Bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Usure métal sur métal** Très bonne	1,2 1,6
OK Tubrodur 15.50 Fil fourré à poudre métallique C.C.+	MF 6-55-GP	Pour équipements, outils agricoles et forestiers usés, machines à rectifier et installations de concassage	CO_2 Ar/CO_2	C Cr Mo	0,65 5,0 1,0	**Dureté** Aw 55–60 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance aux chocs** Bonne **Résistance à l'abrasion** Très bonne	1,6 2,4
OK Tubrodur 15.52 Rutile C.C.+ **OK Tubrodur 15.52S/ OK Flux 10.71**	MF 6-60-GP	Hélices transporteuses, tranchants et pointes des godets, tambours, lèvres de bulldozer et malaxeurs.	Sans gaz	C Mn Cr Mo	0,4 1,3 5,0 1,2	**Dureté** Aw 55–60 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance aux chocs** Assez bonne **Résistance à l'abrasion** Très bonne	1,6 4,0
OK Tubrodur 15.73S Fil fourré rutile CC+(-)		Recommandé pour les applications à haute températures comme les rouleaux de coulée continue, arbres, sièges de soupape et cylindres	OK Flux 10.33 OK Flux 601B	C Si Mn Ni Cr Mo Nb V	0,09 0,3 1,2 2,5 13,0 1,5 0,2 0,25	**Dureté** 43-45 HRC **Usinabilité** avec outil cementé **Résistance à l'abrasion** Bonne **Résistance élevée au haute température** Tres bonne **Résistance à la corrosion**	2,4 3,0

Tableau 5 – suite. Fils fourrés pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Protection gazeuse/ OK Flux 10.xx	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Tubrodur 15.73 Fil fourré à poudre métallique C.C.+ (–)	MF 5-45-GRTZ	Approprié aux applications à températures élevées comme les arbres, sièges de soupape et cylindres.	Ar +20% CO_2,	C Mn Cr Ni Mo V Nb	0,18 1,2 13,0 2,5 1,5 0,25 0,25	**Dureté** Aw 45–50 HRC **Usinabilité** Avec outils cémentés **Résistance à l'abrasion** Bonne **Résistance à températures élevées à l'abrasion** Très bonne **Résistance à la corrosion** Très bonne	1,6
OK Tubrodur 15.80 Basique C.C.+	MF 10-60-GP	Pour les pièces exposées à l'usure abrasive très forte par la matière à grains fins sous pression. Hélices transporteuses, malaxeurs, vis à pression, engins de terrassement.	Sans gaz	C Cr Mo Ti	1,6 6,5 1,5 5,0	**Dureté** Aw 56–60 HRC **Usinabilité** Meulage **Résistance aux chocs** Bonne **Résistance à l'abrasion** Excellente	1,6
OK Tubrodur 15.81 Fil fourré à poudre métallique C.C.+	MF 6-60-G	Pulvérisateur à charbon et machine pour fabrication de la porcelaine.	CO_2, Ar/CO_2	C Cr Nb	1,2 5,5 6,0	**Dureté** Aw 55–62 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance aux chocs** Bonne **Résistance à l'abrasion** Excellente	1,6
OK Tubrodur 15.82 Fil fourré à poudre métallique C.C.+	MF 10-65-GRP	Cloches de hauts fourneaux, et matériels pour fabrication de briques	CO_2, Ar/CO_2	C Cr Mo Nb V W	4.5 17,5 1,0 5,0 1,0 1,0	**Dureté** Aw 62–64 **Résistance à l'abrasion** Excellente **Résistance à températures élevées à l'abrasion** Très bonne	1,6

Continu

Tableau 5 – suite. Fils massifs pour reconstitution et rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Protection gazeuse/ OK Flux 10.xx	Composition chimique type du métal déposé %		Caractéristiques mécaniques type du métal déposé	Ø mm
OK Autrod 13.89	MSG-2-GZ-C-350	Reconstitution et rechargement dur des galets, roues, arbres, dents de godet de pelles, pièces pour dragage.	Ar/20%CO_2, CO_2	C Mn Cr	0,6 1,0 1,0	**Dureté** Aw 35–40 HRC **Usinabilité** Assez bonne **Résistance aux chocs** Bonne **Résistance à l'abrasion** Bonne	0,8 1,0 1,2 1,6
OK Autrod 13.90	MSG-2-GZ-C-50G	Rechargement dur des cordons résistant à l'usure pour les arbres, vis de pression, outils de coupe et d'estampage.	Ar/20%CO_2, CO_2	C Mn Cr	1 2 2	**Dureté** Aw 58–60 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance aux chocs** Très bonne **Résistance à l'abrasion** Très bonne	0,8 1,0 1,2 1,6
OK Autrod 13.91	MSG-6-GZ-C-60G	Materiels pour chargement, malaxeurs, dents de godet de pelles, outils et pièces d'usure différents. Ex. machines agricoles et de terrassement. Résistant jusqu'à 550°C.	Ar/20%CO_2, CO_2	C Si Mn Cr	0,45 3,0 0,4 9	**Dureté** Aw 50–60 HRC **Usinabilité** Seulement meulage **Résistance à l'abrasion** Très bonne **Résistance à températures élevées à l'abrasion** Très bonne	0,8 1,0 1,2 1,6
PZ 6156 Fil fourré poudre Métallique	DIN 8556 SG 13 1	Turbines Francis et Pelton	CO_2 Ar/2%CO_2	C Cr Ni Mn Mo M_S	0,05 13,0 1,7 0,9 0,45 	**Résistance à la corrosion** excellent **Résistance à la cavitation** excellent ~400° C	**1,6**
PZ 6166 Fil fourré poudre Métallique	DIN 8556 SG 13 4 W. Nr 1.008	Turbines Francis et Pelton	CO_2 Ar/2%CO_2	C Cr Ni Mn Mo M_S	0,03 13,0 4,5 1,25 0,45 	**Résistance à la corrosion** excellent **Résistance à la cavitation** excellent ~245° C	**1,6**
PZ 6176 Fil fourré poudre Métallique	DIN 8556 SG 13 1 W. Nr 1.4351	Turbines Francis et Pelton	CO_2 Ar/2%CO_2	C Cr Ni Mn Mo M_S	0,03 16,0 4,5 1,2 0,45 	**Résistance à la corrosion** excellente **Résistance à la cavitation** excellent ~155° C	**1,6**

Tableau 5- suite. Fils fourré pour rechargement dur

Produits	Classifications DIN 8555	Applications	Protection gaseuse	Composition chimique type de métal d'apport en %		Ø mm
OK Tubrodur 15.73 rutile	MF 5-45-GF-RTZ	Pour le réchargement des rouleaux et cylindres de coulée continue	Ar/20%CO_2 CO_2	C Si Cr Mn Mo Ni Nb V	0,12 0,35 13,0 1,4 1,6 2,5 0,25 0,25	1,6 mm
OK Tubrodur 15.85	N/A	Pour le réchargement des galets pour la fabrication des laines minérales	Ar/20%CO_2 CO_2	C Si Mn Ni Cr	0,075 0,85 0,85 5,0 26,0	1,6 mm

Tableau 6. Electrodes pour métaux non-ferreux

Alliages de nickel – alliages de cuivre – aluminium – alliages d'aluminium

Electrodes	Classifications	Applications	Types/ Caractéristiques	Ø mm
OK 92.05 Basique C.C.+	DIN 1736 EL-NiTi 3	Assembler les alliages de nickel, métaux dissemblables comme le nickel sur l'acier, nickel sur cuivre, cuivre sur l'acier et pour le rechargement de l'acier.	Alliage de nickel C=0,02 Ni=97 Ti=2 R_m=500 MPa A=28%	2,5 3,25 4,0
OK 92.26 Basique C.C.+	AWS 5.11 ENiCr Fe-3 DIN 1736 EL-NiCr15FeMn	Soudage des alliages de nickel comme Inconel, etc, soudage des aciers cryogeniques et pièces résistant aux températures élevées.	Alliage de nickel C=0,5 Mn=7,5 Cr=15 Nb=2,5 Fe max=10 R_m=640 MPa A=40%	2,5 3,25 4 5
OK 92.86 Basique C.C.+	DIN 1736 EL-NiCu30Mn	Soudage des alliages de nickel-cuivre entre eux et avec des aciers faiblement alliés.	Alliage de nickel C=0,06 Mn=5 Cu=30 Nb=1,5 R_m=640 MPa A=40%	2,5 3,25 4
OK 94.35 Basique C.C.+	**DIN 1773**	Electrode pour le soudage des alliages au Cu Ni. Utilisée dans les proédé d'equipements chimique, équipement et implantation de dessalaisson et offshore. Egalement pour le plaçage et assemblages alliages homogènes ou héterogenes	C 0,05 Mn 0,5 Ni 30,0 Ti 0,5 Fe 0,6 > reste	
OK 94.25 Basique C.C.+	DIN 1733 EL-CuSn7	Soudage du cuivre, alliages de cuivre sur l'acier et bronze sur acier. Pour les bronzes d'étain, fonte laiton rouge, bronze phosphoreux et bronze au manganèse. Aussi pour le rechargement des surfaces de paliers et pour le rechargement de l'acier pour la résistance à la corrosion.	Alliage de cuivre Sn=7,5 HB120 R_m=330-390 MPa A=25%	2,5 3,25 4 5
OK 94.55 Basique C.C.+	DIN 1733 EL-CuSi3		Alliage de cuivre HB120 Si=3	2,5 3,25 4 5
OK 96.40 Special C.C.+	DIN 1732 EL-AlSi5	Soudage des tôles par exemple pour des conteneurs d'aliminium, AlMn, et alliages AlMg dans les laiteries et les brasseries.	Alliage d'aluminium	2.5 3.25 4
OK 96.50 Spécial C.C.+	DIN 1732 EL-AlSi12	Assembler et réparer les alliages moulés, alliages d'aluminium au silicium, par exemple pour les blocs de cylindre, culasse, ventilateurs, tôles et châssis de support.	Alliage d'aluminium Si=12	2,5 3,25 4

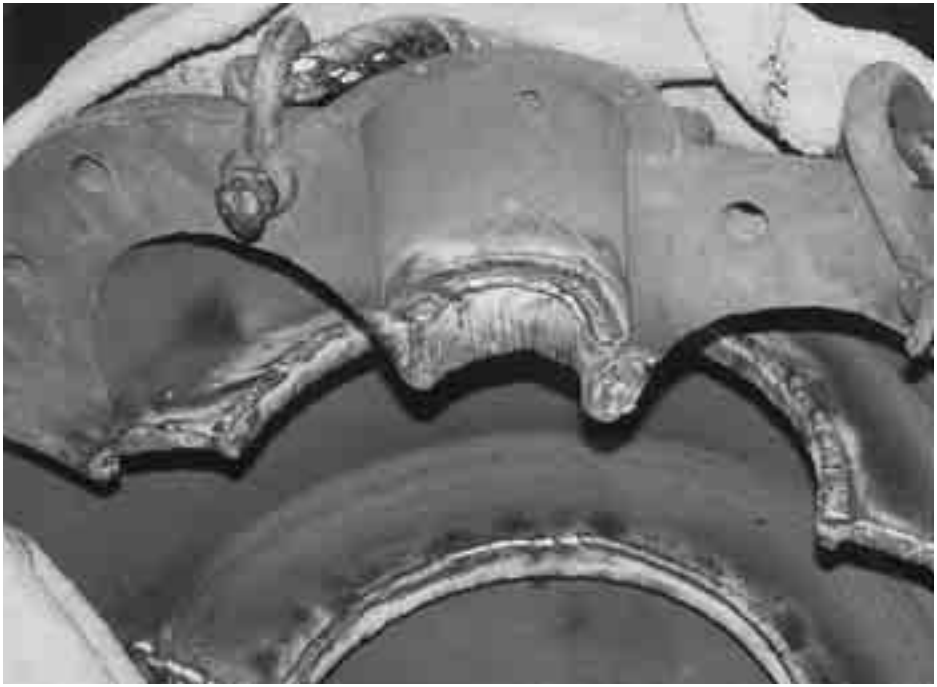
Continu

Tableau 6 – suite. Fils massifs métaux non-ferreux

Aluminium et alliages d'aluminium – cuivre et alliages de cuivre – alliages de nickel

Toutes ces produits MIG sont aussi disponibles pour le soudage à TIG.

GMAW	Classifications	Applications	Types/ Caractéristiques	Ø mm
OK Autrod 18.01 Protection gazeuse: Argon	DIN 1732 SG-Al99.5 AWS A5.10 ER 1100 BS 2901 1050A	Soudage d'aluminium pur et les alliages d'aluminium.	Aluminium Al=99.5 R_m=75MPa A=33%	0,8 1,0 1,2 1,6 2,4
OK Autrod 18.04 Protection gazeuse: Argon	DIN 1732 SG-AlSi5 AWS A5.10 ER 4043 BS 2901 4043A	Soudage de Al-Si ou des alliages de Al-Mg-Si, réparation des blocs de cylindres, support, châssis.	Alliage d'aluminium Si=5 R_m=165MPa A=18	0,8 1,0 1,2 1,6 2,4
OK Autrod 18.05 Protection gazeuse: Argon	DIN 1732 SG-AlSi12 AWS A5.10 ER 4047 BS 2901 4047A	Assembler et réparer les alliages moulés, alliages aluminium silicium, par exemple pour les blocs de cylindre, support, culasses.	Alliage d'aluminium Si=13 R_m=170	0,8 1,0 1,2 1,6 2,4
OK Autrod 18.15 Protection gazeuse: Argon	DIN 1732 SG-AlMg5 AWS A5.10 ER 5356 BS 2901 5056A	Soudage des alliages Al-Mg avec 5% Mg. Approprié aux alliages résistant à l'eau salée.	Alliage d'aluminium Mg=5 R_m=265MPa	0,8 1,0 1,2 1,6 2,4
OK Autrod 19.12 Protection gazeuse: Argon	DIN 1733 SG-CuSn AWS A5.7-77 ERCu	Pour le soudage du cuivre pur et ses alliages.	Alliage de cuivre Sn=0,7 R_m=220MPa A=23%	0,8 1,0 1,2 1,6
OK Autrod 19.30 Protection gazeuse: Argon	DIN 1733 SG-CuSi3 AWS A5.7-77 ERCuSi-A BS 2901C9	Pour le soudage du cuivre-silicium et cuivre-zinc. Aussi pour le rechargement d'acier.	Alliage de cuivre Si=3 Mn=1 R_m=300MPa A=23%	0,8 1,0 1,2 1,6
OK Autrod 19.40 Protection gazeuse: Argon	DIN 1733 SG-CuAl8 AWS A5.7-77 ERCuAl-Al BS 2901C28	Soudage des alliages laminés et moulés en bronze d'aluminium. Haute résistance mécanique, bonne résistance à l'usure et très bonne résistance à la corrosion, spécialement dans l'eau salée.	Bronze d'aluminium Al=8 R_m=420MPa	0,8 1,0 1,2 1.6
OK Autrod 19.46 Protection gazeuse: Argon	DIN 1773 MSG-CuMn13 A17 DIN 8555 MSG 31 GZ 300CN		Mn 13,0 Ni 2,0 Al 8,0 Fe 2,5 > reste Cu	1.2 1.6
OK Autrod 19.85 Protection gazeuse: Argon Ar, Ar/He, He	DIN 1736 SG-NiCr20Nb AWS 5.14 ERNiCr 3	Pour assembler et recharger des alliages de nickel. Spécialement approprié aux assemblages cryogéniques jusqu'a –196°C.	Alliage de nickel C=0,05 Mn=3 Cr=20 Mo=1 Nb 2,5 R_m=600	0,8 1,0 1,2 1,6



Coussinets de pompe: OK 94.25.

Vis d’alimentation: rechargement dur avec OK Tubrodur 14.70.

Tableau 7. Températures de préchauffage recommandées

Métal de base / Métal d'apport	Epaisseur de tôle mm	Acier C_{eq} <0,3 < 180 HB °C	Faiblement allié C_{ekv} 0,3–0,6 200–300 HB °C	Acier à outil C_{ekv} 0,6–0,8 300–400 HB °C	Acier au chrome 5–12% Cr 300–500 HB °C	Acier au chrome >12% Cr 200–300 HB °C	Acier inoxydable 18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	Acier au manganèse 14%Mn 250–500 HB °C
Faiblement allié 200–300 HB	≤20	–	100	150	150	100	–	–
	>20 ≤60	–	150	200	250	200	–	–
	>60	100	180	250	300	200	–	–
Acier à outil 300–450 HB	≤20	–	100	180	200	100	–	–
	>20 ≤60	–	125	250	250	200	–	o
	>60	125	180	300	350	250	–	o
Acier au chrome 12% 300–500 HB	≤20	–	150	200	200	150	–	x
	>20 ≤60	100	200	275	300	200	150	x
	>60	200	250	350	375	250	200	x
Acier inoxydable 18/8 25/12 200 HB	≤20	–	–	–	–	–	–	–
	>20 ≤60	–	100	125	150	200	–	–
	>60	–	150	200	250	200	100	–
Acier au Mn 200 HB	≤20	–	–	–	x	x	–	–
	>20 ≤60	–	–	•100	x	x	–	–
	>60	–	–	•100	x	x	–	–
Type base de Co (6) 40 HRC	≤20	100	200	250	200	200	100	x
	>20 ≤60	300	400	•450	400	350	400	x
	>60	400	400	•500	•500	400	400	x
Type au carbure (1) 55 HRC	≤20	–	o–	o–	o–	o–	o–	o–
	>20 ≤60	–	100	200	•200	•200	o–	o–
	>60	o–	200	250	•200	•200	o–	o–

(1) Au maximum 2 passes de métal déposé. Des fissures apparentes sont courantes.

– pas de préchauffage ou préchauffage < 100°C.

x utiliser seulement très rarement ou pas du tout.

o ne préchauffez que si de grandes surfaces doivent être rechargées.

• pour éviter des fissures, utilisez une passe en sous-couches de métal déposé tenace et austénitique.

Tableau 8. Comparaison des différentes échelles de duretés

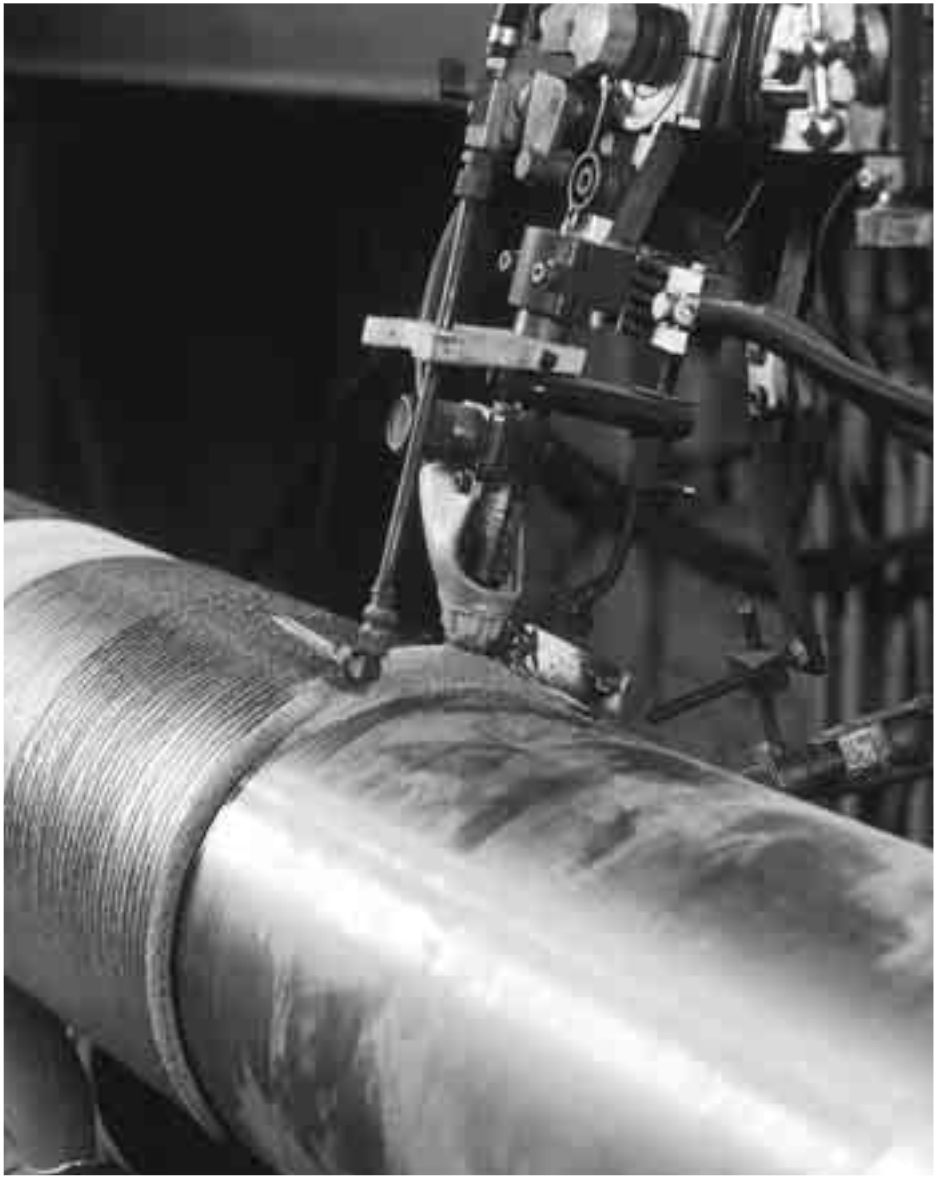
Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRB	Rockwell HRC	Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRB	Rockwell HRC
80	76,0			360	342		36,6
85	80,7	41,0		370	352		37,7
90	85,5	48,0		380	361		38,8
95	90,2	52,0		390	371		39,9
100	95,0	56,2		400	380		40,8
105	99,8			410	390		41,8
110	105	62,3		420	399		42,7
115	109			430	409		43,6
120	114	66,7		440	418		44,5
125	119			450	428		45,3
130	124	71,2		460	437		46,1
135	128			470	447		46,9
140	133	75,0		480	(456)		47,7
145	138			490	(466)		48,4
150	143	78,7		500	(475)		49,1
155	147			510	(485)		49,8
160	152	81,7		520	(494)		50,5
165	156			530	(504)		51,1
170	162	85,0		540	(513)		51,7
175	166			550	(523)		52,3
180	171	87,1		560	(532)		53,0
185	176			570	(542)		53,6
190	181	89,5		580	(551)		54,1
195	185			590	(561)		54,7
200	190	91,5		600	(570)		55,2
205	195	92,5		610	(580)		55,7
210	199	93,5		620	(589)		56,3
215	204	94,0		630	(599)		56,8
220	209	95,0		640	(608)		57,3
225	214	96,0		650	(618)		57,8
230	219	96,7		660			58,3
235	223			670			58,8
240	228	98,1	20,3	680			59,2
245	233		21,3	690			59,7
250	238	99,5	22,2	700			60,1
255	242		23,1	720			61,0
260	247	(101)	24,0	740			61,8
265	252		24,8	760			62,5
270	257	(102)	25,6	780			63,3
275	261		26,4	800			64,0
280	266	(104)	27,1	820			64,7
285	271		27,8	840			65,3
290	276	(105)	28,5	860			65,9
295	280		29,2	880			66,4
300	285		29,8	900			67,0
310	295		31,0	920			67,5
320	304		32,2	940			68,0
330	314		33,3				
340	323		34,4				
350	333		35,5				

Ces valeurs sont seulement des valeurs indicatives.

Tableau 9. Guide pour l'identification des métaux

Magnétisme	Test lime	Couleur de la surface	Test etincelles par meulage	Type de métal	Remarques
Magnétique	Mou	Gris foncé	Longues lignes jaunes	Acier au carbone, acier moulé	–
	Dur	Gris foncé	Longues lignes jaunâtres-blanches avec en plus des étoiles	Acier riche en carbone, acier faiblement allié	Préchauffez les tôles épaisses à 150°C
	Mou	Gris mat, couleur de fonte	Lignes rouges, comme des plumes	Fonte	Peut être préchauffé. Martelage recommandé. Refroidissement lent.
	Dur	Gris brillant	Grosses lignes, jaunâtres-rouges	Acier au chrome 13%	Peut être préchauffé
Non magnétique	Dur	Gris mat, couleur de fonte	Lignes jaunâtres-blanches et des étoiles	Acier Mn 14%	Température entre-passes faible
	Mou	Clair argenté gris	Grosses lignes, jaunâtres-rouges	Acier inoxydable austénitique	Température entre-passes faible
	Mou	Brillant rouge jaune	Pas d'étincelles visibles	Alliages de Cu	Préchauffez les tôles épaisses à 200–300°C
	Mou	Brillant, très clair	Pas d'étincelles visibles	Alliages Al	Préchauffez les tôles épaisses à 200–300°C

* La fonte a une haute teneur en carbone et est sensible à la fissuration, tandis que l'acier moulé a des caractéristiques qui ressemble à l'acier ordinaire.



Réparation des cylindres et rouleaux de coulée continue:
Métal d'apport: OK Tubrodur 15.73S/OK FLUX 10.33
OK FLUX 601.B
Installation: ESAB A6 HD SAW.

Index des applications – ordre alphabétique

Dans l'index des applications et des figures illustrées vous trouverez une selection de deux ou trois produits d'apport bien appropriés. Pour faciliter la recherche de ces produits aucun commentaire n'est apparent sur cet index. On les trouve dans les exemples d'applications illustrés et les tableaux des produits.

Nous espèrons que cette nouvelle édition vous permettera de faire le choix correct du métal d'apport avec l'aide de ces figures, descriptions, tableaux des produits et index. Si malgré l'etendue de cette gamme vous ne trouvez pas de réponse a vos exigences, nous sommes à votre disposition pour étudier vos besoins particuliers.

Roue dentées d'entraînement: Maintenance préventive avec OK 83.28.

Index des applications par ordre alphabétique

Applications	Electrodes SMAW OK	Fils fourrés FCAW OK Tubrodur	Fils massifs GMAW OK Autrod
Acier au carbone avec acier inoxydable	68.81 68.82 67.45	14.71	16.95 16.75
Acier austénitique au manganèse (Hatfield)	86.08 67.45 68.81	15.60 14.71	16.95 16.75
Acier inoxydable avec acier au carbone	68.81 68.82 67.45	14.71	16.95 16.75
Acier moulé	68.81 68.82		
Acier à ressorts	68.81 68.82		16.95
Alliage de cuivre	94.25 94.55		
Alliages de fonte d'aluminium	96.50		18.04 18.05
Aluminium	96.20 96.10		18.01 18.04 18.15
Arbres, alliés	68.82	15.73	16.75
Arbres, faiblement alliés	68.81 83.28	14.71 15.41	16.75
Bloc de cylindre, aluminium	96.50		18.05
Bloc de cylindre fonte	92.18 92.60	15.66	
Bronze sur acier	94.25 94.55		19.30
Bronze à l'étain	94.25		19.12
Bronze au silicium	94.55		
Broyeur (abrasion)	83.65 83.50 84.78	15.52 14.70	
Broyeur (choc)	86.28 68.82 84.58	15.60 15.65 15.40	
Broyeurs à disques (abrasion)	83.50 84.58 84.78	15.52 14.70 15.80	13.90 13.91
Carter moteur	92.18 92.60	15.66	
Chaine de scie (guidage)	93.06		
Chaîne transporteuse	83.65 83.50 84.58	15.52 15.80	
Ciseaux	84.52 85.65		
Concasseur	86.08 86.28 84.78	15.60 15.65 15.80	
Coupage	21.03		
Cuivre sur acier	94.25 92.86		
Cylindres de broyeur (abrasion)	83.65 83.50 84.78	15.52 14.70 15.80	
Cylindres de broyeur (choc)	86.08 86.28 84.58	15.60 15.65 15.52	
Cylindres de coulée continue		15.73	
Cylindres excentriques	84.52 84.58 85.65	15.52 15.73	13.90 13.91
Dents de machines agricoles	68.81		16.75
Dents de pelle (abrasion)	84.78 83.65 83.50	15.52 14.70 15.80	13.91
Dents de pelle (choc)	86.08 83.28 84.58	15.60 15.52	16.95 13.89
Dents de pelle soudage des pointes	68.82 67.45 67.52	14.71	16.75 16.95
Dents de tranchoirs	83.50 86.28 67.52	15.52 14.71	
Engrenage, aciers alliés	68.81 68.82	15.40	13.89 16.75
Engrenage, aciers faiblement alliés	83.28 68.81	15.17 15.40	12.51 13.89 16.75
Estampage du métal (à froid)	85.65		
Estampage du métal (à chaud)	92.35 93.06	15.86	
Fonte (grise)	92.18 92.58 92.60	15.66	
Fonte (nodulaire)	92.58 92.60	15.66	
Forets, à métaux	85.65		
Fraises, à bois	85.65		
Fraises, à métaux	85.58 85.65		
Galets de roulement	83.28 83.29	15.40	
Godets (abrasion)	84.78 83.65	14.70 15.52	13.90 13.91
Godets à bord tranchant	84.78 83.65 83.50	14.70 15.52	13.91
Gougeage	21.03		
Galets des laines minérales		OK Tubrodur 15.85	
Galets supports et bandages	OK 92.26		OK Autrod 19.85

Applications	Electrodes SMAW OK	Fils fourrés FCAW OK Tubrodur	Fils massifs GMAW OK Autrod
Hélices transporteuses	83.50 84.58 84.84	15.52 15.80	13.90 13.91
Lames de pelle	68.82 67.45 83.50		16.75 16.95 13.90
Machines à jet de sable	83.65 84.58 84.78	15.52 15.80	13.90 13.91
Malaxeurs de béton	84.78 84.84	15.52 14.70 15.80	
Malaxeurs d'asphalte	84.78 83.65	15.52 14.70	
Marteaux (abrasion)	83.50 83.65 84.78	15.52 15.80	13.91 13.90
Marteaux (choc)	86.28 86.08	15.60 15.65	
Matériaux dissemblables (joints)	68.81 68.82		16.75
Matrices à extrusion	85.58 92.35		
Matrices à extrusion de plastique	85.58 93.06	15.86	:
Mèches, à bois	84.52 85.65		
Nickel-cuivre (Monel)	92.86		
Outils d'estampage et poinçonnage (à froid)	84.52 85.65		
Outils d'estampage et poinçonnage (à chaud)	85.58 92.35 93.01		
Outils agricoles	83.50 83.65 84.78	15.52 14.70	13.90 13.91
Outils à poinçonnage (à froid)	85.65 84.52		
Outils à poinçonnage (à chaud)	85.58 93.06	15.86	
Outils de coupage (à froid)	85.65 84.52		
Outils de coupage (à chaud)	85.58 93.06	15.86	
Outils d'estampage	85.58 92.35		
Outils pour l'industrie du bois (abrasion)	83.50 83.65	15.52 15.73	13.89 13.91
Pales de mélangeurs	84.58 84.78 84.84	15.52 14.70 15.80	13.90 13.91
Patins de chenille	68.81 68.82		13.09 12.51 16.75
Perçage	21.03		
Pompes à béton	84.58 84.78 84.84	15.52 14.70 15.80	
Presses à briquettes	83.65 84.78 84.84	15.40 15.52	13.90
Racloirs	83.65 83.78 84.84	15.52 15.80	13.90 13.91
Rail,acier au carbone	83.27 83.28	15.41 15.43	
Rail, acier au manganèse	86.28 86.30	15.65	
Roue de grue	83.27 83.28 83.29	15.40 15.41 15.42	13.89
Rouleaux et cylindres de coulée continue		OK Tubrodur 15.72 OK Tubrodur 15.73S OK Tubrodur 15.79S OK Band 11.82 Flux OK 10.33 ou Flux OK 601B Pour OK Band OK Flux 10.07	
Sabots de frein	83.28 83.50	15.40 15.52	
Socs de charrue	84.78 84.58 83.50	14.70 15.52	13.90 13.91
Supports de dents	83.28 83.50	15.40 15.52	13.89 13.91
Trains d'engrenages, fontes	92.18 92.60	15.66	
Trémies et tapis vibrant	84.58 84.78 83.65	15.52 14.70	13.91
Trépans à sonder	83.65 84.78 84.84		
Trépans de forage	84.84 83.28		
Vis d'extrusion	93.06 92.35	15.86	
Vis à gratter l'asphalte	84.78 83.65	15.52 14.70	
Vis en spirale	83.50 83.65 84.78	15.52 15.80	13.91

Index des produits – vue d'ensemble

SMAW Electrodes	DIN	AWS	Page
OK 21.03			5
OK 67.42	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 67.45	E 8-UM-200-CKZ	~E307-15	91
OK 67.52	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 68.81	E 9-UM-200-CTZ	E312-17	96
OK 68.82	E 9-UM-200-CTZ		96
OK 83.27	E 1-UM-350		103
OK 83.28	E 1-UM-300		103
OK 83.29	E 1-UM-300		103
OK 83.30	E 1-UM-300		103
OK 83.50	E 6-UM-55-G		103
OK 83.53	E 6-UM-60		103
OK 83.65	E 4-UM-60-G		104
OK 84.42	E 5-UM-45-R		104
OK 84.52	E 6-UM-55-R		104
OK 84.58	E 6-UM-55-G		104
OK 84.78	E 10-UM-60-GZ		105
OK 84.80	E 10-UM-65-GZ		105
OK 84.84	E 10-UM-60-GP		105
OK 85.58	E 3-UM-50-ST		100
OK 85.65	E 4-UM-60-ST		100
OK 86.08	E 7-UM-200-K		98
OK 86.28	E 7-UM-200-K	EFeMn-A	98
OK 86.30	E 7-UM-200-KR		98
OK 92.05	EL-NiTi 3		113
OK 92.18	E Ni-BG 11	ENi-Cl	95
OK 92.26	EL-NiCr 15 FeMn	E NiCrFe-3	113
OK 92.35	E 23-UM-250-CKT		100
OK 92.58	E NiFe-1-BG 11	ENiFe-Cl	95
OK 92.60	E NiFe-1-BG 11	ENiFe-Cl-A	95
OK 92.78	E NiCu-BG 31	ENiCu-B	95
OK 92.86	EL-NiCu 30 Mn		113
OK 93.01	E 20-UM-55-CSTZ	ECoCr-C	101
OK 93.06	E 20-UM-40-CTZ	ECoCr-A	101
OK 93.07	E 20-UM-300-CKTZ		101

SMAW Elektrodes	DIN	AWS	Page
OK 94.25	EL-CuSn7	ECuSn-C	113
OK 94.55	EL-CuSi3	ECuSi-C	113
OK 96.40	EL-AlSi 5		113
OK 96.50	EL-AlSi 12		113

FCAW Fils fourrés			
OK Tubrodur 14.70	MF10-55-GPTZ		108
OK Tubrodur 14.71	MF8-200-CKPZ		97
OK Tubrodur 15.39	MF1-300		108
OK Tubrodur 15.40	MF1-350		108
OK Tubrodur 15.41	MF1-300		108
OK Tubrodur 15.42	MF1-400		108
OK Tubrodur 15.43	MF1-350		109
OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP		109
OK Tubrodur 15.52	MF6-60-GP		109
OK Tubrodur 15.60	MF7-200-KNP		99
OK Tubrodur 15.65	MF7-200-GKPR		99
OK Tubrodur 15.66		E NiFe-Cl	95
OK Tubrodur 15.73	MF5-45-RTZ		112
OK Tubrodur 15.80	MF10-GF-60-GP		110
OK Tubrodur 15.81	MF6-60-G		110
OK Tubrodur 15.82	MF10-65-GRPZ		110
OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST		102
OK Tubrodur 15.85			112
OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ		102

SAW Fils fourrés avec flux			
OK Tubrodur 15.40S	UP1-GF-BAB 167-350		108
OK Tubrodur 15.42S	UP1-GF-BAB 167-400		108
OK Tubrodur 15.52S	UP6-GF-BAB 167-60-GP		109
OK Tubrodur 15.72S	UP5-GF-BFB 165-45-GRTZ		106
OK Tubrodur 15.73S			106
OK Tubrodur 15.79S			106
OK Tubrodur 15.91S			106

GMAW Fils massifs	DIN	AWS	Page
OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P		111
OK Autrod 13.90	MSG2-GZ-50-G		111
OK Autrod 13.91	MSG6-GZ-60-G		111
OK Autrod 16.75	MSG9-GZ-200-CTZ		111
OK Autrod 16.95	MSG8-GZ-200-CKNPZ		97
OK Autrod 16.97			97
OK Autrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	114
OK Autrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	114
OK Autrod 18.05	SG-AlSi12	ER4047	114
OK Autrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	114
OK Autrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	114
OK Autrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	114
OK Autrod 19.40	SG-CuAl8	ErCuAl-A1	114
OK Autrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	114

GTAW Fils TIG			
OK Tigrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	114
OK Tigrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	114
OK Tigrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	114
OK Tigrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	114
OK Tigrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	114
OK Tigrod 19.40	SG-CuAl8	ERCuAl-A1	114
OK Tigrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	114

Esab France S.A.
B.P. 8498
95891 CERGY PONTOISE CEDEX
phone: +33 1-30 75 55 00
Fax: +33 1-30 75 55 24
www.esab.com

15325 Printed in Sweden www.sgzetterqvist.se Göteborg